EXPOSICION IBEROAMERICANA
:: DE SEVILLA, 1929-1930 ::

INFORMACION
DEL
CANAL DE ISABEL II
QUE ABASTECE DE AGUA A MADRID

POR EL INGENIERO DIRECTOR
D. SEVERINO BELLO POËYUSAN

PRIMERA PARTE

SEGUNDA PARTE



XXXI + 150 pp de planos y
laminas + 24 hojas estadística
+ 7 hojas planos y retratos
(total de 151 a 204)




FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

EXPOSICION IBEROAMERICANA
:: DE SEVILLA, 1929-1930 ::

INFORMACION
DEL
CANAL DE ISABEL II
QUE ABASTECE DE AGUA A MADRID

POR EL INGENIERO DIRECTOR

D. SEVERINO BELLO POËYUSAN

PRIMERA PARTE



DIANA, Artes Gráficas.—Larra, 6. Madrid.



INFORMACION DEL CANAL DE ISABEL II

que abastece de agua a Madrid

Primera parte



I.—Bosquejo histórico.

(Extracto de una conferencia sobre las obras del Canal de Isabel II.) (1)

A mitad del siglo XIX Madrid tenía 200.000 habitantes. ¿Cómo eran sus servicios de agua?

El Manzanares se empleaba, aparte riegos ribereños, en arrastrar la excreta, abrevar ganados, bañar personas y animales y lavar ropas, pieles, etc. Tantas exigencias, aun reducidas por el hábito de usar poca agua en todos los menesteres, escasamente podían satisfacerse con los caudales de invierno y primavera, muy mal durante los sequiajes de verano.

Fuera del río Madrid no disponía de más agua que la subterránea procedente de las lluvias filtradas a través de su suelo arenoso hasta la arcilla impermeable. El agua del subsuelo fluía y fluye natural en algunos manantiales; pero en general se alumbraba artificialmente con pozos y norias, y más en grande por los llamados *viajes*. Recordemos los pozos indispensables de las antiguas tahonas y las cuatro norias de los ángulos del estanque grande del Retiro destinadas a llenarle antes de disponer del Lozoya. Los viajes que suministraban el agua potable eran y son redes de galerías subterráneas, excavadas en la zona alta de Madrid hacia los términos municipales de Fuencarral y Chamartín, por las cuales el agua filtrada era conducida hasta las fuentes de la

(1) Dada por el informante en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial de Madrid el 4 de abril de 1929.

Villa. La observación de que el agua de los antiguos viajes procede del suelo inmediato, y no de la sierra como alguien ha afirmado, interesa a todos, y en especial a los encargados de velar por la salud pública, pues desde que los terrenos filtrantes están invadidos por caserío avanzado sin alcantarillas, sus pozos negros deficientes y faltos de policía constituyen focos de contaminación de las aguas filtradas. Ya han podido señalarse concretamente algún viaje y algún pozo de tahona como causantes de recrudecimientos en la endemia tifoidea, de la que Madrid no ha podido librarse aún del todo. No es económicamente posible conservar los viajes de agua en condiciones higiénicas aceptables, y esta consideración basta para resolver su clausura, tanto más cuanto que juntos todos sus caudales suman sólo unos 2.000 metros cúbicos diarios: ni el medio por ciento del caudal que la capital necesita. Procede pues salir francamente al encuentro de las personas, más sensibles que enteradas, propugnadoras de la conservación de las fuentes de agua gorda. En el Madrid de 1855 aquellos 1.300 metros cúbicos de agua por día significaban unos 6,5 litros por habitante; próximamente la mitad era llevada a las casas por unos 1.000 aguadores, con coste aproximado de 2,32 pesetas por metro cúbico. Hoy el metro cúbico de agua del Lozoya cuesta cuando más 30 céntimos de peseta; se suministra a cinco céntimos para las viviendas más modestas y la Beneficencia, y se da gratis para los servicios públicos. Pero aquella dotación media, equivalente a un cubo de agua por persona, contaba incluídos, además de la bebida de gentes y animales, el consumo en la alimentación y la limpieza de cuerpos, ropas enseres, habitaciones y vías públicas; resultaba dotación pobrísima, que explicaba bien la falta general de aseo en las personas, en las casas y en la urbe entera.

Tal era la situación de Madrid cuando Bravo Murillo, ministro de Obras Públicas, comisionó en 10 de marzo de 1848 a los ingenieros de caminos Rafo y Rivera para que informasen sobre la media docena de estudios y proyectos que, desde mitad del siglo anterior, venían ofreciéndose para abastecer a Madrid con aguas de los ríos serranos más inmediatos. A los nueve meses rendían los ingenieros una memoria, aprobada como proyecto provisional del abastecimiento de Madrid con un canal del Lozoya. Tres años



después, fracasados intentos y gestiones para que el Ayuntamiento de Madrid o una empresa concesionaria se encargaran de realizar la obra, el Gobierno la acometió mediante el Real decreto decisivo de 18 de junio de 1851, refrendado por Bravo Murillo, a la sazón presidente del Consejo de Ministros.

* * *

Aquí empieza la historia de las obras del Canal de Isabel II que voy a bosquejar, distinguiendo sus bien caracterizados tres períodos:

Primer período, 1851 a 1866, diez y seis años. El Canal, organizado al modo industrial, ejecuta sus obras fundamentales.

Segundo período, 1867 a 1907, cuarenta y un años. Reducido el Canal a una oficina corriente adelanta poco mientras Madrid crece rápido.

Tercer período, de 1907 a hoy, veintidós años. El Canal, vuelto a la organización de tipo industrial, encuentra constreñida su actividad por un contrario interés privado; pero avanza y pugna perseverante para apartar el obstáculo y poder abastecer a la capital.



149.—D. Juan Bravo Murillo. (1)

* * *

Bosquejemos el primer período. Para llevar a efecto la empresa, creó Bravo Murillo un doble órgano: un Consejo de administración y una Dirección facultativa y económica.

Describamos la obra. Véase el plano general que se acompaña (segunda parte, pág. 2). Su límite por el norte es la cumbre del Guadarrama, entre las provincias de Segovia y Madrid. Estamos ante la extensa vertiente a Madrid, en la cual se distinguen

(1) El número 149 corresponde al busto de bronce presentado en la Exposición.

las cuatro cuencas altas de los ríos Lozoya, Guadalix, Jarama y Sorbe, reservadas hoy al Canal de Isabel II, y la cuenca del Manzanares. Al sur del plano aparece la Capital.

La presa del Lozoya para el Canal se proyectó algunos kilómetros antes de su desembocadura en el Jarama. Cambiando de idea se llevó la toma a la desembocadura, ejecutándose la presa del Pontón de la Oliva, porque presentaba la ventaja de evitar aquellos primeros kilómetros de canal (en túnel enorme de 6,5 kilómetros) y de proporcionar, entre las moles rocosas de sus orillas, un embalse de tres millones de metros cúbicos, almacenables para abastecer a Madrid durante el verano, cuando la corriente natural del río es muy escasa. Pero resultó que la roca de aquel lugar dejaba escapar el agua, y hubo que volver a la primera idea, ejecutando, ocho kilómetros por encima, la presa de Navalejos.

El canal de conducción de agua a la Capital pasa por la confluencia del Lozoya con el Jarama, salva 77,1 kilómetros desde La Parra hasta el partidor en Madrid, y atraviesa terrenos accidentados con numerosos túneles, sifones y puentes. La continuación hasta el depósito terminal, el llamado acueducto de Villa, mide 665 metros.

El Madrid de aquel tiempo se limitaba en la línea de los actuales bulevares desde Alberto Aguilera y calles de Génova y Goya hasta Serrano, Puerta de Alcalá, Jerónimos, Museo del Prado, Botánico, Puerta de Atocha, rondas de Valencia, Embajadores, Toledo y Segovia, Cuesta de la Vega, Palacio real, plaza de España y calle de la Princesa. Antes de indicar las primeras obras del Canal en la urbe, véase el plano adjunto (segunda parte, página 5) del Madrid actual. A la izquierda aparece el cauce del Manzanares. La gran mancha central representa el caserío madrileño, hoy prolongado hasta algunos pueblos inmediatos. Los términos municipales se separan entre sí por líneas de trazo y cruz. Al norte aparecen el término de El Pardo y los pueblos de Fuencarral y Chamartín; al este, los pueblos de Hortaleza y Canillas y los términos de Canillejas y Vicálvaro; al sur, el pueblo de Vallecas, el término de Villaverde y los Carabancheles; al oeste, los términos de Pozuelo y Aravaca. Para facilitar la orientación, en la mancha gris del caserío aparecen indicados lugares muy co-

nocidos: al norte, Dehesa de la Villa, Moncloa e Hipódromo; al este, la gran Necrópolis y Retiro; al oeste, Campo del Moro y Parque. Vengamos a las obras. El Canal antiguo es, en el norte, la raya gruesa negra que termina en el segundo depósito, construído en el entonces Campo de Guardias, y que hoy resulta entre las calles de Bravo Murillo y Santa Engracia. Se dió a este depósito capacidad de 183.000 metros cúbicos, suficiente para abastecer a aquel Madrid durante veinte días en caso de averiarse las obras atrevidas del Canal. Del depósito arranca hacia el sur una línea negra, que se bifurca en la hoy glorieta de Quevedo. Representa las dos grandes arterias *primeras* que se instalaron: tuberías de fundición de gran diámetro, cada cual en su galería subterránea; una por calle de San Bernardo, plaza de Santo Domingo, Costanilla de los Angeles, calles de las Fuentes y Ciudad-Rodrigo, plaza Mayor y calle de Toledo hasta la Fuentecilla; otra por las calles de Fuencarral y Montera, Puerta del Sol, Carretas y Atocha, hasta Amor de Dios. Ambas arterias forman como una gran A mayúscula con otra tercera, transversal, a la altura de la Puerta del Sol, dirigida de un lado por la calle Mayor hasta Bailén, y del otro por la Carrera de San Jerónimo hasta Neptuno. De las tres arterias deriva la primera red de tuberías extendida por calles y plazas del viejo Madrid. Antes de echar el agua a la red había que contar con alcantarillas adecuadas. No las hizo el Ayuntamiento, y hubo de ejecutarlas el Canal, gastando cerca de seis millones quinientas mil pesetas. También en aquel primer período de trabajos se inició la ejecución de los tres canalillos o acequias del norte, del este y del sur, con 17 kilómetros de longitud total, para aprovechar en riegos agrícolas el exceso de agua que el Canal podía conducir a Madrid y que no consumiría el vecindario en algunos años.

Tales fueron las primeras obras del Canal de Isabel II.

En un punto pasaron los constructores por pruebas muy amargas: en el lugar de la presa del Pontón, que resultó permeable. Como esta presa economizaba muchos kilómetros de canal en túnel caro y lento y debía almacenar agua, se puso el mayor empeño en atajar las filtraciones. Para descubrir el fondo del río se abrió a lo largo de la presa, en anchura de 50 metros, una excavación tan grande que dentro hubieran cabido media docena de



casas de la Puerta del Sol. En ella llegaron a trabajar día y noche 1.500 presidiarios y 200 obreros libres, con 400 bestias, cuatro bombas de vapor y material abundante para tapar y rellenar el confuso laberinto descubierto de canalizos y grietas, en el que se contaron siete cavernas con centenares de metros y una mayor que todas insondable con los medios de aquella época. Empeño tan peligroso y excepcional atravesó muchas calamidades. En fin de 1854 escasearon los recursos económicos, se marchó el personal escogido y perdiéronse obras y materiales; pudo comenzar la reorganización en 1855, y apenas empezada apareció el terrible cólera, que hizo tristemente célebre aquel año; templó la epidemia en septiembre, pero sobrevinieron temporales y riadas que impidieron continuar los trabajos; luego, en los años sucesivos, se padeció casi constante el azote de las fiebres. "Apena el ánimo—dice un comentarista—considerar los esfuerzos y los desvelos derrochados con sublime abnegación, tanto por los facultativos como por los obreros y los confinados." Después de siete campañas agotadoras hubo de darse por hecho cuanto alcanzaba la técnica de entonces. Las filtraciones no desaparecieron por completo, y como la toma del canal se había llevado a Navalejos, quedó la presa del Pontón cual un recurso auxiliar. Mientras se alcanzaba la toma en Navalejos se dió agua a Madrid habilitando una toma ocasional del Guadalix.

Pero este episodio monta poco, a la postre, ante el logrado éxito final. Acertaron los ingenieros Rafo y Rivera en elegir la cuenca del Lozoya, la de mejores recursos hidráulicos, como acertaron en trazar el canal por la confluencia con el Jarama, lo que permite reunir fácilmente los recursos de Lozoya, Jarama, Sorbe y Guadalix. Fué previsión memorable la gran capacidad dada al Canal, gracias a la cual aún nos sirve hoy. Hay que notar la rapidez que los ingenieros Otero y Rivera imprimieron a aquellas obras básicas, enormes, a mitad del siglo pasado: a los dos meses escasos de firmarse el Real decreto de ejecución, el 11 de agosto de 1851, se puso la primera piedra, y cinco años después, el jubiloso día 20 de noviembre de 1856, se celebraba la llegada de las aguas a Madrid. Se impone, en fin, consignar el atrevimiento y la maestría de infinidad de obras parciales, reproducidas en las láminas de la segunda parte, entre las que, por señalar algu-

nas, citaremos la presa-vertedero del Pontón, del ingeniero Valle, y las fábricas del segundo depósito, del ingeniero Morer. La práctica de grandes abastecimientos con aguas de ríos estaba poco desarrollada entonces; todavía durante muchos años después se resistieron a ella los ingenieros de países muy cultos. Así se comprende que la técnica extranjera más progresiva celebrara la decisión y el éxito de las obras del Canal de Isabel II para abastecer a la capital de España.

Anotemos también el acierto del gobernante. Al organizar Bravo Murillo la empresa al modo industrial, tuvo genial atisbo de las organizaciones que hoy, ochenta años después, y tras los ensayos hechos durante la guerra y la post-guerra, se estiman por los especializados y los tratadistas como esperanza para un mejor gobierno de las empresas públicas y aun de Municipios, y quizás de los Estados. El Consejo de administración del Canal reunió personalidades notables, como el marqués del Socorro, que lo presidió los últimos diez años. Tres tomos de actas demuestran el entusiasmo y la competencia de aquellos honorables ciudadanos Pero contra lo que podía esperarse de esta actuación, el Consejo fué disuelto. Olvidemos a quienes tal hicieron.

Resumen del primer período: diez y seis años; inversión de 53 millones de pesetas; Madrid expectante aumenta de 200.000 a 270.000 almas.

* * *

Entremos en el segundo período. El Canal se reduce a una oficina más del Ministerio de Fomento; su recaudación ingresará en el Tesoro público; sus gastos se atendrán a inflexibles cifras del presupuesto anual del Ministerio. Esto durará cuarenta y un años.

En los primeros, por efecto sin duda de la velocidad adquirida, se terminaron las obras empezadas en el período anterior, como el segundo depósito, la red de iniciales tuberías y las acequias o canalillos, y además se ejecutaron, por los ingenieros Morer y Boix (Elzeario), la presa de El Villar y el primer avance de tuberías en el barrio de Salamanca. La presa de El Villar era

necesaria para almacenar las aguas del deshielo en primavera y darlas al consumo en verano; se estableció (1869-82) en un estrecho del rocoso valle, distante unos 22 kilómetros de la toma de Navalejos; mide 55,55 metros de altura y forma un lago de 10 kilómetros que embalsa 22 millones de metros cúbicos de agua. Fué obra singular, cuyo tipo se adelantó treinta años a los preconizados luego en Europa y América.

Con esto quedaron paralizadas las obras del Canal de Isabel II. La población había duplicado: alcanzaba a 400.000 habitantes; al final del siglo pasaba de 500.000. Se quejaba de las turbias y de la falta de presión en los barrios altos. Los técnicos proponían soluciones que eran discutidas sin prisa y sin dinero.

Los únicos pasos importantes, dados ya al final del siglo anterior y en los primeros años de éste, fueron: el traslado de la toma de agua de Navalejos, que se enterraba demasiado, al lugar denominado La Parra, situado a un kilómetro más río arriba; el proyecto del ingeniero Martín-Montalvo (Diego) de distribución de agua en el ensanche de Madrid (ensanche aún no fijado hoy), y el comienzo del tercer depósito de agua próximo a los anteriores. Este depósito merece atención porque es tal vez el mayor cubierto que se conoce. Por desgracia, el criterio demasiado económico dominante por aquellos años siguientes a la pérdida de las Colonias, determinó la contratación de una cubierta de hormigón armado harto estricta, cuando aún se conocía escasamente esta clase de material. Carecía de las previsiones que luego fueron requeridas por la práctica. Y aquella tapa enorme, sin precedente, de 70.000 metros cuadrados, se dilató con el calor, rompióse y se derrumbó el 6 de abril de 1905, ocasionando numerosas víctimas y la consiguiente depresión de los ánimos.

Entretanto, las grandes aplicaciones de la hulla blanca nacientes en el extranjero tomaban vuelo en nuestra ciudad. Entonces, a la vez que surgieron los saltos del Manzanares, nació la iniciativa privada, dirigida a participar en el abastecimiento de agua de Madrid, terciando en lo que antes fueran sólo intereses públicos del Estado y de la Capital. Había que reaccionar. El Ingeniero director del Canal, Alvarez Cascos, propugnó tenaz y, al cabo, logró la Ley de 8 de febrero de 1907 refrendada por el Ministro de Fomento González Besada, que instauró el régimen actual del Canal

de Isabel II al primitivo modo de Bravo Murillo, confiándole a un Consejo de administración presidido por un Comisario regio y dependiente del Ministerio de Fomento; autorizándole para ingresar en su caja los cobros por agua y demás recursos, como los que obtuviere levantando fondos, y autorizándole asimismo para pagar con dicha caja los gastos de explotación y los de las suspiradas nuevas obras e instalaciones.

Resumen del segundo período: cuarenta y un años; inversión de 18 millones, la mayor parte gastada en los primeros años; Madrid, muy adelantado al Canal, se aproximaba a los 600.000 habitantes. A favor de este estado de cosas un interés privado surgía poderoso y audaz frente al Canal de Isabel II.

* * *

Comienza en 1907 el tercer período de nuestro relato. En los veintiún años transcurridos hubieran podido ejecutarse las obras previstas por los técnicos del Canal, pero con la oposición del interés privado sólo una parte ha podido llevarse a cabo. Veámosla.

Con energía y competencia insuperables, Sánchez de Toca, primer Comisario, y Aguinaga, primer Ingeniero director, acometieron la lucha y la obra. Desde luego se trajeron a ésta las nuevas enseñanzas de la construcción, de la higiene de las aguas y del concurso de la energía hidroeléctrica. Se levantaron fondos por 20 millones.

Para facilitar la exposición de los trabajos prescindo del orden histórico. Empezaré por la sierra. El ingeniero Díaz del Castillo ejecutó en el Lozoya la presa de Puentes Viejas hasta altura de 44 metros, que forma otro lago de ocho kilómetros inmediatamente aguas arriba del lago de El Villar. Quedó para más adelante elevar la presa hasta la altura total prevista de 63,5 metros, con lo cual el lago será en su día de 52 millones de metros cúbicos. A la vez se construyeron ciertos canales laterales, cuya importancia merece ser conocida. Véase el esquema que se acompaña (segunda parte, pág. 3) del aparato de doble embalse. Aparece el río de alto a bajo con los dos lagos; arriba el de Puentes Viejas, abajo el de El Villar (recortados ambos por los medios para que quepan



en la figura). Cuando el primer lago está claro da agua al segundo por un canal lateral que se ve a la izquierda comunicando entre los dos. Si el río viene turbio, el agua se sedimenta y aclara en el primer lago antes de pasar al segundo. Si la turbia persiste rebasando la capacidad del primer lago, se evacua el agua sucia por el cauce de río intermedio entre ambos y se deriva por la presa auxiliar del Tenebroso a un gran canal que se ve lateral al segundo lago, para verter al río por debajo de él. Los arroyos directos al embalse de El Villar tampoco pueden alcanzarle, porque son recogidos en dos colectores laterales que desaguan también por debajo del segundo lago. El agua de este segundo lago, siempre clara, es la que viene a Madrid por el canal cubierto que se indica en la parte baja del cuadro. Además, el agua se depura bacteriológicamente en los dos embalses, pues a las pocas semanas de estacionar en ellos perecen los gérmenes patógenos que pudo arrastrar el río. Este grupo de obras, con grandes excavaciones y túneles en rocas durísimas, ha costado unos 20 millones de pesetas, pero ninguna ciudad del Mundo posee nada más completo ni perfecto.

Para que el agua así depurada en el aparato de doble embalse no se contamine ni se caldee, recorriendo los 21 kilómetros de río hasta la presa de La Parra, viene por el canal llamado transversal, que sale de El Villar y que, como indica el ya citado plano general (segunda parte, pág. 2) conduce el agua en 24 kilómetros hasta verter al canal antiguo en Aldehuela. Vierte mediante un salto de 150 metros, aprovechado por el ingeniero Aguinaga en una central hidro-eléctrica de 6.000 CV., energía que se conduce a Madrid con línea de 50 kilómetros a 45.000 voltios. Parte de esta energía se emplea en la central de electro-bombas instalada junto al segundo depósito en Santa Engracia, para impulsar el agua desde el depósito bajo al depósito elevado construído al lado, y también a otro depósito más alto aún en la calle de María Zayas. La energía sobrante se vende a las Compañías de Electricidad de la Capital.

En Madrid, el ingeniero Parrella reconstruyó, con perfecto éxito, el tercer depósito; se extendieron las redes de los barrios altos, instalándose una arteria para el barrio de Salamanca, como las anteriores, en galería, por Santa Engracia, Caracas, Marqués

del Riscal, Castellana y Ayala hasta Príncipe de Vergara, y la arteria de la zona baja desde los depósitos, por Santa Engracia, Alonso Martínez, Génova, Recoletos y Prado hasta Atocha.

Antes de acabar estas obras, en 1921, el ingeniero director Nicoláu, visto el crecimiento siempre rápido de la urbe, con unánime acuerdo del Consejo de administración, propuso terminar el canal alto y extender la red, y advirtió que la conducción forzada por el canal viejo y único era temeraria. Los Gobiernos de entonces no resolvieron, a pesar de la insistencia del Consejo y de los directores sucesivos del Canal. Pero el Canal acertaba: la población subió a 800.000 almas; el viejo acueducto que ya se había roto en el túnel de Otero volvió a romperse en el puente del Sotillo; y en la canícula de 1924 la conducción se forzó al máximo, 230.000 metros cúbicos por día. En el acto, la población, que había crecido siempre, quedó estacionada. Por otra parte, el Canal ganaba fondos. Suprimidos perseverantemente por el ingeniero Méndez de Vigo los caños libres sin contador, el auge en los veintiún años transcurridos, aunque con tarifas muy económicas, era notorio: empezaron los ingresos con dos millones escasos en 1907, sobrando de la explotación poco más de un millón, y en 1928 los ingresos alcanzaron a siete millones, con sobrante de cuatro y medio. Por fin, la Real orden de la Presidencia del Consejo de Ministros de 2 de abril de 1928 acabó con el veto puesto a las obras del Canal. Y no sólo eso, sino que por su virtud el abastecimiento deberá extenderse a los pueblos limítrofes con los recursos hidráulicos de las cuatro cuencas reservadas. Al efecto, se autoriza al Canal para levantar fondos hasta sesenta millones de pesetas.

Resumen de los veintiún años de actuación del Consejo: recaudó 95 millones; gastó 32 en explotación; logró invertir 48 millones en nuevas obras e instalaciones; pagó íntegro el empréstito; le sobran 15 millones. Con ellos y la recaudación corriente, apartado el obstáculo que se oponía al Canal, éste se apresta a continuar su obra.

El nuevo plan de obras e instalaciones es de unos 100 millones, a sumar a los 129 millones ya invertidos en la instalación desde su comienzo. En cinco a siete años deberán quedar ejecutadas las obras básicas para el abastecimiento de dos millones de almas. En la sierra, hay que acabar la presa de Puentes Viejas. Además, se

impone reservar para en su día el derecho a las aguas del alto Jarama y del alto Sorbe, porque de seguir Madrid su progreso natural, dentro de veinticinco años será preciso preparar el Jarama, y veinticinco años después el Sorbe. Esto se advierte en los dos gráficos de caudales de los ríos y de la población creciente que son adjuntos (segunda parte, págs. 152 y 153). El primer gráfico registra los caudales anuales de Lozoya, Jarama y Sorbe en los últimos veintiún años. Previendo con los menores habidos, se han trazado las horizontales representativas de los recursos prudenciales del Lozoya solo, del Lozoya con el Jarama y juntos los tres. El segundo gráfico es el de la población de Madrid, año por año desde 1855, y de la población calculada en cincuenta años venideros, representando a la vez el agua que gastará a razón de 300 litros por habitante y día. Aplicadas al segundo gráfico las horizontales representativas de los recursos hidráulicos sucesivos deducidas en el gráfico anterior, se ve que dentro de veinticinco años la población comarcal se aproximará a 1,5 millones de personas, y como el Lozoya no podrá darle más que unos 300 litros por habitante, y día habrá que tomar del Jarama. Veinticinco años después la población alcanzará a dos millones; aquellos dos ríos no servirán más que 300 litros diarios por persona y se impondrá recurrir al Sorbe.

En cuanto a los canales, hay que completar desde luego el nuevo canal, o sea el canal alto desde Torrelaguna hasta Madrid, en 55 kilómetros (segunda parte, pág. 2). Tendrá obras no menos interesantes que el canal viejo, pero sin visualidad; casi todas subterráneas para mejor cumplir con las exigencias que hoy se requieren de ponerlas a cubierto de contaminaciones y de fáciles ataques. Ha sido estudiado por el ingeniero Parrella. Los dos canales antiguo y nuevo serán suficientes mientras baste traer el agua del Lozoya. Cuando haya de recurrirse al Jarama, procederá aumentar la capacidad del canal contiguo y prolongarle hasta el Jarama. El aprovechamiento del Sorbe exigiría otra prolongación y acaso otro canal hasta Madrid.

Y pasemos a considerar la distribución del agua extendida en Madrid y pueblos próximos. En el adjunto plano de Madrid (segunda parte, pág. 5), a la derecha del antiguo canal se ve el nuevo, pasando por Fuencarral y acabando en término de Chamartín,



cerca del camino de Maudes, en un cuarto depósito. Para abastecer la zona inmediata al cuarto depósito habrá junto a él otra central de electro-bombas y un depósito elevado mayor que el de Santa Engracia, acaso el mayor conocido. Desde él se alimentará una red dependiente de la arteria que se indica hacia Madrid. El cuarto depósito, terminal del canal nuevo, estará al mismo nivel que el elevado de Santa Engracia, con el que se unirá por grandes tuberías instaladas en una galería por debajo del Metro. Del canal nuevo, antes de llegar a Chamartín, se derivará el canal que se llamará del este, de unos 20 kilómetros de largo, que alcanzará a la divisoria entre el Manzanares y el Jarama; alimentará un quinto depósito en término de Canillas, y terminará en otro depósito, sexto, en lo alto del contrafuerte, a cuyo pie se encuentra el caserío de Puente de Vallecas. Del quinto depósito en Canillas arrancará una arteria por la carretera de Aragón, que se corresponderá con la actual de Ayala. Del sexto depósito de Puente de Vallecas partirá otra arteria por Pacífico hacia glorieta de Atocha, en correspondencia con la arteria de las rondas de Valencia a Segovia. Como el quinto depósito en Canillas estará a la altura del cuarto en Chamartín y del elevado actual de Santa Engracia, toda la zona nordeste de Madrid comprendida entre los tres depósitos quedará servida por dos lados. Y como el sexto depósito en Puente de Vallecas estará a la altura de los existentes en Bravo Murillo, toda la zona sudeste y sur de Madrid quedará servida también por dos lados. El nuevo canal y los depósitos de Chamartín permitirán abastecimientos en los términos de Fuencarral, Chamartín, El Pardo, Aravaca y Pozuelo. El canal del este, prolongado por las arterias del Pacífico y de las rondas constituye un gran acueducto de cintura, que permitirá fáciles y convenientes tomas de agua para los términos municipales próximos, todos ellos más bajos, de Hortaleza, Canillas, Canillejas, Vallecas, Villaverde, Getafe y los Carabancheles. El ingeniero Parrella estudia esta dilatada extensión de la red, que limitada por el ingeniero Martín-Montalvo (Diego) en fin del siglo XIX, a la zona del ensanche, sigue aún pendiente en gran parte de la urbanización municipal, como ocurre en el sur, y también por escasez de agua, como sucede en las zonas correspondientes a las futuras arterias de Vallehermoso y Abascal.

El plan actual comprende saneamientos en la sierra y otras obras, pero he debido limitarme a esta exposición breve.

En el año transcurrido de la nueva etapa se han preparado en la sierra más saneamientos de pueblos y la elevación de la presa de Puentes Viejas por el ingeniero Larrañeta. Queda a punto de terminarse el sifón de San Vicente y otras obras ejecutadas por el ingeniero Bielza para el nuevo canal, el grueso de cuyos trabajos será contratado en breve. Han quedado terminadas las instalaciones de un tercer grupo electrógeno de 3.000 CV. en el salto de Torrelaguna, y la reserva a vapor de 1.000 CV. en la central elevadora de agua de Madrid. El ingeniero Martínez Torres ha continuado en el canal viejo las cortas semanales comenzadas por el ingeniero Martín-Montalvo (Agustín) indispensables para visitarle, repararle y ensancharle en muchos puntos, logrando aumentar sensiblemente su capacidad, y organizadas de suerte que no se resienta el servicio de aguas. Y para aprovechar este aumento se han instalado en la red por el ingeniero Núñez 31 kilómetros de nuevas tuberías, con las que se espera mejorar desde el próximo verano las escaseces más angustiosas (1). Claro es que la mejora general no se alcanzará hasta que se disponga del nuevo canal (2).

Una consideración para terminar. Extender Madrid es avalorar el centro castellano. Hay en ello, sobre un interés local, el interés nacional transcendente de convertirle en hinterland valioso y atractivo del extenso y variado litoral, el cual, más rico y más cómodo, propendió siempre a actividades centrífugas. A la postre, perseguir la redención de un lugar menesteroso por hermandad con los ricos que le rodean, es un sentir político, y más humano aún que político. Tal vez movió a Felipe II a fijar

---

(1) En la primavera de 1929 han quedado instalados los 31 kilómetros de tubería; y a favor de más mejoras logradas en el canal y en la red antiguos, cabe adicionar otros 56 kilómetros de tuberías, que ya se están instalando (segunda parte, págs. 140 y 141).

(2) A esta altura de la conferencia se proyectó una cinta cinematográfica de las obras del Canal, que se representan en los grabados de la segunda parte.

la capital en Madrid (1); acertó, puesto que a través de la general despoblación y decadencia la Capital creció siempre. Acaso latió más o menos implícito el mismo sentir en Bravo Murillo, cuando para las primeras obras del Canal autorizó audaz 20 millones de pesetas, equivalentes a 80 millones de pesetas de hoy, envolviendo en el concepto de capitalidad las realidades de una pobre villa esteparia. También acertó. A los ochenta años, los madrileños de la urbe son 875.000. Pero, en verdad, Madrid desborda de su término municipal: calles y caseríos se extienden a los términos próximos y, a la par, los medios de comunicación; muchos vecinos tienen el oficio en Madrid y la vivienda fuera, y viceversa. Escuelas, asilos, hospitales, cuarteles, estaciones de telecomunicación, fábricas, etc., radican en pueblos más o menos inmediatos. La capitalidad es ya comarcal, y la capital comarcal es de un millón cien mil almas. Sólo el agua falta para convertir sitios ruines en atracciones del campo dichosamente vencedoras de las atracciones de la ciudad. La Real orden de 2 de abril de 1906, adscribiendo al Canal las cuatro cuencas altas de Lozoya, Guadalix, Jarama y Sorbe, extendiendo el abastecimiento a la comarca y autorizando un gasto inicial de 100 millones, da otro empuje a este establecimiento humano. ¿Resultará el acierto? Trabajemos con fe.

II.—Principales efemérides.

1851.—Fracasados los intentos del Estado para que el Ayuntamiento de Madrid se encargara de realizar el abastecimiento de aguas, se acomete la obra por el Gobierno, mediante Real decreto de 18 de junio refrendado por el Presidente don Juan Bravo Murillo. Un Consejo de administración designado en el mismo Real decreto encargóse de la construcción del Canal de Isabel II.

(1) Conferencia del autor en el Círculo de la Unión Mercantil de Madrid el 13 de abril de 1928.

Madrid tenía 200.000 habitantes y contaba con unos 2.000 m.^{3} de agua diarios procedentes de galerías filtrantes.

1858.—Llega a Madrid el agua del Canal. 240.000 habitantes.

1867.—Real decreto de 22 de enero incorporando la administración del Canal de Isabel II al Ministerio de Fomento.

1899.—Propuesta de un nuevo canal alto. 540.000 habitantes.

1907.—Ley de 8 de febrero instaurando el régimen actual: Consejo especial de administración encargado del gobierno del Canal por delegación del Estado bajo las inmediatas órdenes del Ministro de Fomento, y presidido por un Comisario regio delegado del Ministro; se desglosan del Tesoro público los ingresos procedentes de la venta de agua y demás recursos propios del Canal, así como los que pueda obtener mediante empréstitos levantados sobre dichos recursos, desglosándose también los gastos de explotación, conservación y ejecución de obras nuevas, con la condición de ingresar en la caja del Tesoro los sobrantes que puedan resultar.

1911.—En 8 de octubre se abre al servicio el canal transversal, primer tramo del canal alto o nuevo.

1911.—Comienza en 15 de noviembre el funcionamiento de la elevadora de agua del Lozoya en Madrid. 600.000 habitantes.

1921.—Real orden de 10 de noviembre aprobando el plan de nuevas obras del Canal de Isabel II, importante 42 millones de pesetas, a ejecutar en el quinquenio 1922-26, y que comprende más embalse del Lozoya, prolongación en 55 kilómetros hasta Madrid del canal nuevo y ampliación de la red de distribución de la capital, con otras obras e instalaciones.

1922.—El Consejo del Canal pide al Gobierno en 13 de octubre autorización para emitir empréstito de 55 millones de pesetas. Madrid, 814.000 habitantes (máximo).

1924.—El Consejo del Canal acuerda en 30 de julio reiterar su petición. Madrid llega a consumir el máximo caudal de agua que puede ser conducido por el antiguo canal.

1925.—Se termina la primera parte de la presa de Puentes Viejas. Madrid, 783.000 habitantes (desciende).

1925.—Real orden del Ministerio de Fomento de 10 de diciembre autorizando la ejecución del nuevo canal, desde Torrelaguna hasta el río Guadalix, 11 kilómetros.

1928.—Real orden de la Presidencia del Consejo de Ministros de 2 de abril, autorizando al Canal para realizar ampliación de embalses, canal alto, enlace de depósitos en Madrid, mejora de la red actual con ampliación a la zona de expansión futura, más las obras necesarias de saneamiento, y para emitir empréstitos hasta 60 millones de pesetas.

III.—Obras e instalaciones.

La denominación "Canal de Isabel II" comprende el conjunto de obras e instalaciones del Estado para abastecer de agua a Madrid y a la zona de su futura expansión.

a) Obras e instalaciones ejecutadas desde 1854.

Presas del río Lozoya en Puentes Viejas y en El Villar, para embalsar respectivamente 23 y 22 millones de metros cúbicos de agua. La presa de Puentes Viejas, cuando pronto alcance toda su altura, embalsará hasta 50 millones de metros cúbicos. La cuenca del Lozoya, de 690 $Km.^2$, por encima de la presa de Puentes Viejas, con cabecera de 75 km. en la cumbre de la sierra de Guadarrama, comprende sus picos más altos (Peñalara, 2.402 m.). Generalmente la superficie de la cuenca presenta al descubierto las rocas primitivas (granitos, gneis), incluso en las laderas que encierran los embalses, las cuales son pendientes y desnudas de vegetación (segunda parte, págs. 2, 3, 4, 72 a 79 y 107 a 117, 126 y 203).

Canal de conducción a Madrid.—La conducción actual en dirección general N - S, mide 91 kilómetros desde el embalse de El Villar hasta los depósitos terminales en Madrid, y se compone de dos trozos de muy distinta capacidad (segunda parte, págs. 2 a 5, 140 y 202):

Trozo llamado transversal, en 24 km., hasta el sur de Torrelaguna. Es un acueducto cubierto, con capacidad para 8 $m.^3$ por segundo (segunda parte, págs. 83 a 87).

Trozo antiguo.—Asimismo cubierto, realiza la conducción en los 67 km. restantes hasta Madrid, pero con capacidad sólo para 2,7 m.³ por segundo o 233.240 m.³ por día (1). (Segunda parte, páginas 12 a 61, 118 y 127 a 129.)

Partidor del agua al llegar a Madrid.—Reparte el agua a los depósitos terminales del canal y a tres acequias (segunda parte, página 63).

Acequias.—Las tres acequias llamadas del norte, del sur y del este miden respectivamente 6,5, 1,7 y 9,4 km., y cada una es capaz para derivar un metro cúbico por segundo. El objeto de las acequias fué aprovechar en riegos y otros usos el agua sobrante del abastecimiento de la Capital. Hoy suministran también 6.000 m.³ por día para usos domésticos (segunda parte, págs. 202 y 204).

Depósitos terminales del canal.—Son tres, situados al norte de Madrid. El primero, pequeño, de 58.000 m.³, está fuera de uso; los segundo y tercero cubican respectivamente 181.925 y 447.622 m.³ con alturas de agua de 6,60 metros (segunda parte, páginas 5, 64, 65, 70, 80 a 82, 100 a 106 y 204).

Depósito elevado.—No dominando los depósitos terminales del canal algunas partes altas del ensanche de Madrid, se estableció cerca de ellos una central elevadora del agua a un depósito especial, en torre, de 1.500 m.³ de cabida. La elevación se hace con electro-bombas capaces de poner 1,4 m.³ por segundo a 35 m. de altura y medio metro cúbico a 70 m.; además se dispone de una instalación térmica de reserva de 1.000 CV. La energía eléctrica es recurso propio del Canal de Isabel II como vamos a indicar (segunda parte, págs. 5, 96 y 97).

Aprovechamiento hidroeléctrico.—El canal transversal vierte en el antiguo, al sur de Torrelaguna, por intermedio de un salto de 150 metros de desnivel en 1,5 kilómetros de longitud, que se ha aprovechado instalando la central hidroeléctrica llamada de Torrelaguna capaz para producir 9.000 CV. La energía se

---

(1) El primitivo Canal, desde La Parra a Madrid, mide 77.100 metros, de los cuales: 11.749 en 38 túneles, el mayor de 1.492 metros; 4.355 metros en 52 acueductos; y 4.162 en cuatro sifones, el mayor de 1.410 metros (segunda parte, págs. 12 a 63 y 151 a 155).



conduce a Madrid por una línea de 50 kilómetros, también del Canal de Isabel II, a 45.000 voltios. El caudal del salto, mientras se gasta agua embalsada, es el que necesita el abastecimiento de Madrid. La energía no invertida en elevar agua se vende a las centrales eléctricas de la capital (segunda parte, páginas 2, 3, 88 a 95, 130, 131, 140 y 204).

Red de distribución en la capital.—Arranca de los depósitos terminales del canal y del depósito elevado, y se extiende a toda la población. La red hasta las tomas de particulares se aproxima a 500 kilómetros (segunda parte, págs. 5, 66, 68, 69, 98, 99, 119, 140 a 146 y 202 a 204).

Presa ocasional del río Guadalix.—Esta presa con canal de derivación de 4 km. hasta el canal de conducción a Madrid, y capaz para 3 metros cúbicos por segundo, resulta aprovechable ocasionalmente como recurso auxiliar (segunda parte, págs. 202 y 203).

Presa supletoria del río Lozoya, en la Parra (1).—Es recurso valioso como toma del agua proveniente de los embalses en épocas propicias para dejar en seco el canal transversal, al objeto de ejecutar en él reparaciones o simplemente obras de conservación (segunda parte, páginas 71 y 204).

b) Obras en ejecución.

Constituyen un plan aprobado por Real orden de 10 de marzo de 1921, que ha experimentado adiciones posteriores y que se reforma para cumplir la Real orden de 2 de abril de 1928 (véase II Principales efemérides). El presupuesto del nuevo plan se aproxima a 100 millones de pesetas. Sus obras principales deberán ejecutarse en plazo de cinco a siete años, a contar desde 1928. Son obras características del plan el nuevo canal con sus anejos de depósitos y uniones y la ampliación de la red de distribución

(1) La primera presa fué la del Pontón de la Oliva (1858), que se utilizó brevemente porque se filtraba el terreno (segunda parte, págs. 2, 6 a 11 y 203); luego la de Navalejos, que se aterraba, por lo que desde 1903 se empleó la presa de La Parra, hasta 1911, que comenzó a emplearse el canal transversal derivado de la presa de El Villar.

en Madrid con el canal del Este y sus depósitos. Las demás obras y previsiones del plan son complementarias de las anteriores.

Nuevo canal.—Es prolongación en 55 km. del llamado transversal, desde lo alto del salto de Torrelaguna, capaz para 6 metros cúbicos por segundo, que llegará a Madrid con altura suficiente para dominar los barrios altos (segunda parte, páginas 2, 4, 5, 133 a 138, 140, 202 y 203).

Canal del Este.—Arrancará del anterior en término de Fuencarral y dominará la divisoria del Jarama y Manzanares (segunda parte, páginas 5 y 202).

Ampliación de la red.—El abastecimiento podrá extenderse a los términos de Fuencarral, Chamartín, El Pardo, Aravaca y Pozuelo, Hortaleza, Canillas, Canillejas, Vicálvaro, Vallecas, Getafe, Carabanchel Bajo y Carabanchel Alto.

Resumen.—Hoy, con la reparación efectuada en el canal viejo, pueden llegar a Madrid 265.000 metros cúbicos de agua por día; mañana, con el nuevo canal pueden llegar a la comarca 783.000 metros cúbicos en junto.

c) **Obras en expectación.**

En el plano general anejo (segunda parte, página 2), aparecen delimitadas las cuencas altas de los ríos Jarama y Sorbe que, como las del Lozoya y del Guadalix, se ha reservado el Estado por las Reales órdenes de 11 de septiembre de 1921, 8 de mayo de 1924 y 2 de abril de 1928 para aprovechar sus recursos hidráulicos en el abastecimiento de la capital. Aseguran 300 litros por habitante y día: el Lozoya, hasta 1,4 millones de almas; los cuatro ríos, hasta 3 millones de almas. En cuanto a las obras necesarias, serán las indicadas en el plano general: embalses en los extremos inferiores de las cuencas y canales de enlace, los cuales, por la disposición y naturaleza de los lugares, resultan relativamente cortos y firmes.

* * *

Coste de las obras e instalaciones ejecutadas desde 1851 hasta fin de 1928.—Total de 129,1 millones de pesetas, no contando



los gastos de conservación, reparación ni explotación. Sólo 8,5 millones procedieron de la Casa Real, del Ayuntamiento y de particulares adquirentes del derecho a consumir indefinidamente determinado caudal de agua del Canal (1). El resto se sufragó con consignaciones de los presupuestos del Estado y con sobrantes de la explotación. Estos últimos ingresaron en la Hacienda pública en los años 1867 a 1907; en los demás años, desde 1851, se aplicaron nuevas obras e instalaciones, bien directamente, bien indirectamente como pago de intereses y amortización de préstamos invertidos en construcciones urgentes.

IV.—Depuración de las aguas.

Embalses autodepuradores.—Los embalses del Lozoya en vasos profundos, rocosos, de laderas abruptas y solitarias, realizan el ideal perseguido en estas obras y, en especial, la autodepuración de una corriente naturalmente poco contaminada (segunda parte, páginas 10, 79, 107, 111, 116 y 117). El aparato, sin igual, constituído por los dos embalses de Puentes Viejas y de El Villar (segunda parte, página 3), con sus canales laterales, aunque todavía no completamente terminados éstos, ha suprimido casi en absoluto las turbias de Madrid, y en cuanto a su efecto microbicida, véanse los estados gráficos anejos (segunda parte, págs. 167 a 181), que demuestran con ensayos sistemáticos cómo se reduce el contenido de bacterias en general y de coli, desde la cola del primer embalse, o sea el de Puentes Viejas, hasta la toma del canal en la presa de El Villar, 16 km. de agua profunda y tranquila. Esta barrera, situada en el preciso origen del canal, cierra el paso a las contaminaciones probables y a las infecciones posibles del agua en la cuenca con eficacia decisiva y prácticamente insustituíble.

Transparencia.—El aparato de doble presa y canales anejos realiza la constante transparencia de las aguas.

---

(1) Los títulos de estos derechos son las láminas del Canal de Isabel II.

Estado bacteriológico de las aguas.—El gráfico que se acompaña, correspondiente al año 1928 (segunda parte, página 184), demuestra con análisis diarios que el agua dada a la red de distribución no contuvo bacilo coli en volumen menor de 1 c. c.

Calidad del agua del Canal de Isabel II.—Resulta insuperable: cristalina, fresca, pura, sin la menor traza de olor ni sabor; conviene con perfección y de modo continuo a cuantos la usan.

La fiebre tifoidea en Madrid.—La mortalidad por 100.000 habitantes ha disminuído con la extensión del consumo de agua del Canal: fué de 46 a 100 en el quinquenio 1891-95, y ha sido de 8 a 16 en 1924-28 (segunda parte, página 164).

Estación de cloración en Torrelaguna.—Aunque los grandes embalses destruyen los gérmenes peligrosos, a mayor abundamiento se ha montado en Torrelaguna una instalación para tratar el agua de abastecimiento de Madrid por el cloro (segunda parte, páginas 121 a 123). Está situada al pie del salto del canal en dicho lugar, esto es, alejada de Madrid, como en Nueva York. El cloro se aplica en disolución, con aparato dosificador adecuado, el cual es doble, en previsión de averías. La instalación está dotada de personal, material y accesorios, todo preparado para funcionar inmediatamente (segunda parte, página 120).

V.—Explotación.

Consumo de agua en el año hidráulico 1927-28 (1 de octubre a 30 de septiembre).—Población, 808.306 habitantes en 31 de diciembre. Consumo total, 70.708.300 metros cúbicos. Consumo diario: medio, 193.192 metros cúbicos; máximo, 241.861 metros cúbicos o 298 litros por habitante el 18 de julio; mínimo, 141.281 metros cúbicos el 4 de diciembre (segunda parte, página 156).

Concesiones.—El agua se adscribe a las fincas.

Tarifas actuales.—Contador o llave de aforo obligatorios. Consumo doméstico: tarifa general, 0,30 pesetas el primer metro cúbico por vivienda, 0,20 pesetas el segundo metro cúbico por vivienda, 0,10 pesetas cada metro cúbico de los restantes; tarifa



reducida para viviendas de 250 a 500 pesetas de alquiler anual, 0,07 pesetas el metro cúbico; reducida para viviendas de hasta 250 pesetas de alquiler anual, 0,05 pesetas el metro cúbico. Beneficencia, 0,05 pesetas el metro cúbico. Establecimientos del Estado, la tarifa general con 80 por 100 de descuento. Si se trata de aforo mensual, las facturas se aumentan en 20 por 100. Cuando el agua es de acequias, a todas las tarifas se aplica 50 por 100 de descuento. Riegos agrícolas, 0,005 pesetas el metro cúbico. Para los servicios públicos del Ayuntamiento de Madrid se viene dando gratis.

Facturación por consumo de agua.—(Segunda parte, páginas 147 a 151). Términos medios en la primavera de 1929:

	Consumo por 100	Tarifas, ptas. × m³
Consumo doméstico y Beneficencia	55,7	0,025 a 0,30
Establecimientos del Estado	3,6	0,005 a 0,06
Riegos agrícolas	9,5	0,005
Servicios públicos del Ayuntamiento y consumo en la distribución	31,2	0,00

Productos del Canal de Isabel II en 1928 (segunda parte, página 159).—Por abastecimiento de agua, 6.552.805,87 pesetas; por venta de energía eléctrica sobrante, 771.710,91 pesetas; totales, 7.324.516,78 pesetas; por habitante (808.366 habitantes), 9,06 pesetas.

Gastos de explotación, administración, conservación y reparación en 1928.—Totales, 2.498.292,64 pesetas; por habitante, 3,09 pesetas.

Coeficiente de explotación en 1928.—Resulta 0,34.

Destino del sobrante.—A las nuevas obras e instalaciones.



VI.—El Canal de Isabel II en la estadística de abastecimientos de grandes ciudades del mundo.

En los primeros meses de 1926, la Dirección técnica del Canal de Isabel II se dirigió a las 67 mayores poblaciones del Mundo, enviando un cuestionario sobre los respectivos abastecimientos de agua. Contestaron 42, remitiendo datos en general muy detallados y referentes en su mayoría al año terminado en 31 de diciembre de 1925. De la información recogida son extracto los gráficos de la segunda parte, página 187. Todas las monedas se convirtieron en pesetas oro, a la par los costes totales de las obras; para la conversión de los demás gastos y de los productos se partió de las cotizaciones oficiales de la Bolsa de Londres el 22 de septiembre de 1926 y de la equivalencia oficial de pesetas a pesetas oro en dicho mes. Obsérvese la favorable situación actual del abastecimiento de Madrid entre los grandes europeos y cómo su plan de nuevas obras e instalaciones le pondrán al elevado nivel de previsión de las grandes ciudades norteamericanas.

VII.—El Canal de Isabel II en la Exposición Iberoamericana de Sevilla.

Catálogo de los objetos presentados.

Planos generales.—1. Cuencas, presas y canales.—2. Gran aparato depurador de doble embalse.—3. Perfiles longitudinales de los canales y salto de Torrelaguna.—4. Distribución en Madrid y proyecto actual de expansión comarcal del abastecimiento.

Obras e instalaciones.—Primera época, 1851 a 1865: 5 a 11. Presa del Pontón de la Oliva: una maqueta, tres fotografías de la construcción y dos posteriores.—12 a 61. Canal antiguo: dos maquetas de los acueductos de la Sima y de Colmenarejo, 27 fotogra-

fías de la construcción y 21 posteriores.—62 y 63. Partidor de las aguas en Madrid: una maqueta y una fotografía.—64 a 68. Primer depósito terminal: una maqueta, una escultura, un plano y dos fotografías.—69 y 70. Red primitiva de distribución: dos maquetas. —71. Inauguración oficial en 1858: una fotografía.

Segunda época, 1866 a 1907.—72 a 76. Presa de El Villar: una maqueta, seis fotografías de la construcción y dos posteriores.—77 a 84. Segundo depósito terminal: siete maquetas, dos fotografías de la construcción y dos posteriores.

Tercera época, 1907 a 1928.—85. Red de distribución: una maqueta.—87 a 90. Canal transversal: una maqueta y tres fotografías.—91 a 94. Salto hidroeléctrico de Torrelaguna: una maqueta y tres fotografías.—95 y 96. Central elevadora de aguas en Madrid: dos fotografías.—97 a 100. Depósito elevado: una maqueta y tres fotografías.—101. Red de distribución de agua elevada: una fotografía.—102 a 111. Tercer depósito terminal: cuatro maquetas, un plano y seis fotografías.—112 a 120. Presa de Puentes Viejas: original compresor de hormigón y ocho fotografías.—121. Mejoras en el canal primitivo: una fotografía del sifón de Malacuera.—122. Ampliación de la red de agua rodada: una maqueta.—123 a 125. Cloración de las aguas: tres fotografías.—126 y 127. Saneamientos en la cuenca: dos fotografías.

Actualidad.—128 y 129. Refuerzos y aumentos sistemáticos de capacidad del canal antiguo: un plano y un cuadro de tres fotografías.—130 a 134. Nuevo canal: cinco cuadros con 10 fotografías.

Estadística del Canal de Isabel II. *Hidráulica.*—135. Caudales anuales del río Lozoya y los consumidos en el abastecimiento; población de Madrid y máximo consumo cada año por habitante y día: un gráfico.

Económica.—136. Coste de obras e instalaciones desde la fundación; población de Madrid; productos, gastos y sobrantes anuales de la explotación, totales y por habitante: un gráfico.

Sanitaria.—137. Mortalidad por fiebre tifoidea en Madrid: un gráfico.—138 a 142. Ensayos bacteriológicos comparados del agua del río, la embalsada y la puesta en Madrid: cinco gráficos.

Estadística comparada de abastecimientos de grandes ciudades del mundo.—143 a 146. Consumo por habitante y día; capital de

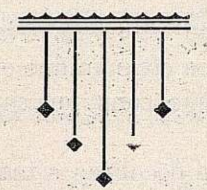


instalación; explotación anual, ingresos y gastos por habitante: cuatro gráficos.

Personalidades ilustres.—147 a 149. Fundadores del Canal: la Reina doña Isabel II, un óleo; don Juan Bravo Murillo, Presidente del Consejo de Ministros, un óleo y un bronce.—150 a 155. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (fallecidos): don Juan de Rivera, don Juan Rafo, don Lucio del Valle, don José Morer, don Elzeario Boix, don Diego Martín Moltalvo: seis óleos.

Honores recibidos por el Canal de Isabel II.—156 a 161. Medallas de plata y bronce de la fundación del Canal, en 1851. Premio por colección de herramientas, atalajes y aperos en la Exposición de productos agrícolas, de Madrid, 1857. Diploma de Honor del IX Congreso Internacional de Higiene, Madrid, 1898. Diploma en la Exposición Internacional de Higiene, Dresde, 1911. Diploma de Honor en el Congreso Nacional de Medicina, Madrid. 1919. Medalla de oro a las presas en el Congreso Nacional de Riegos, Barcelona, 1927. Son seis cuadros.

Publicaciones del Canal de Isabel II.—162 a 168. Memorias del estado de obras y servicios y otras Memorias y notas varias, en siete vitrinas.

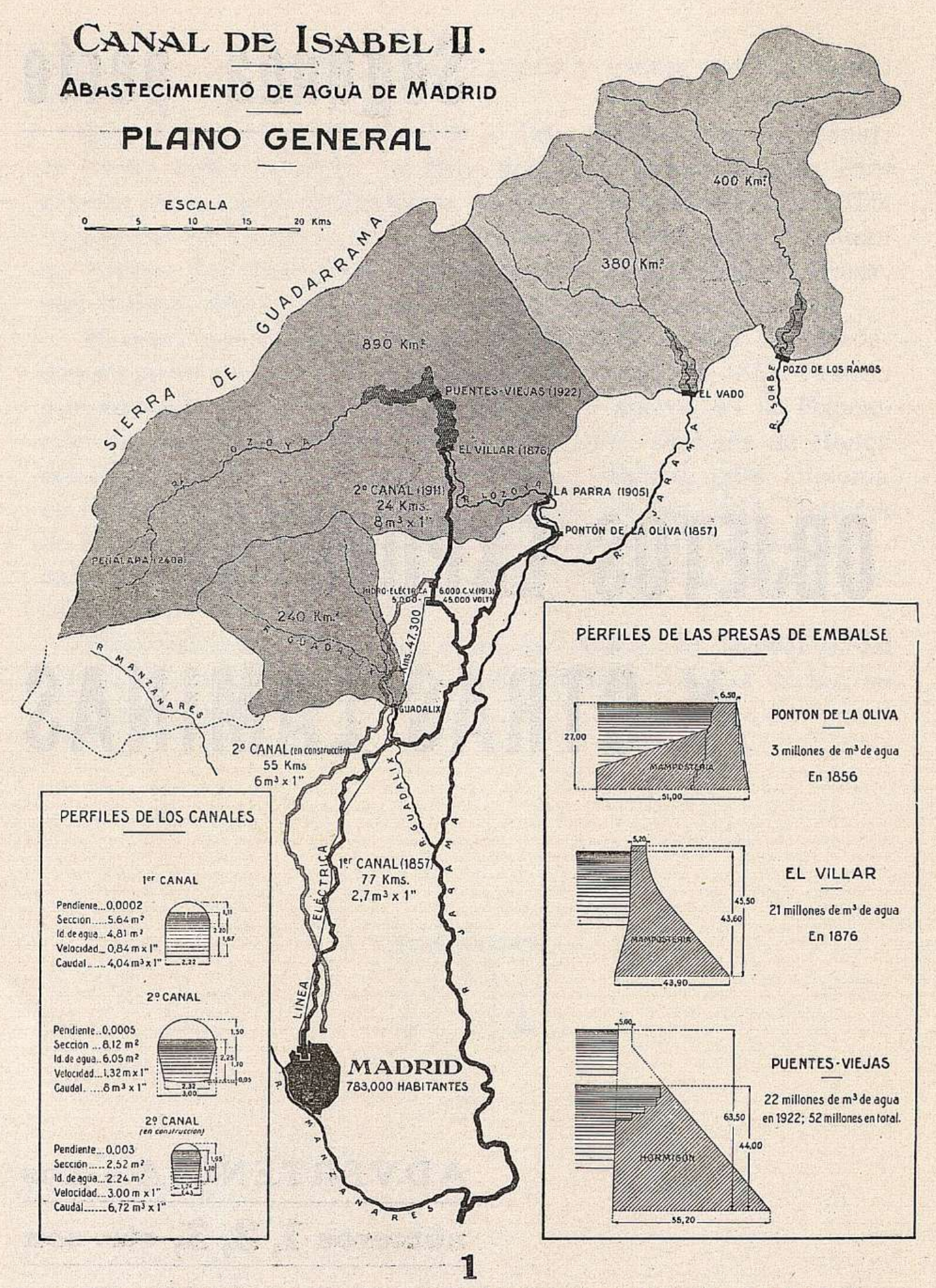


Segunda parte

OBJETOS EXPUESTOS Y OTRAS LAMINAS

ADVERTENCIA.—Los números 1, 2, 3, etc. son los correspondientes a los objetos expuestos.





1

El primer canal o primitivo (1856), estrangulado en algunas secciones, principalmente en los sifones y los túneles, conducía 2,5 m.³ × 1″; mejorado ahora y forzado, puede conducir sobre 3 m.³ × 1″. El segundo canal, hasta el salto de Torrelaguna, es el llamado transversal (1911). El resto del segundo canal, hoy en construcción, se denomina nuevo canal.

CANAL DE ISABEL II.

APARATO DE DOBLE EMBALSE EN EL LOZOYA

RIO LOZOYA

EMBALSE DE PUENTES VIEJAS

PRESA DE PUENTES VIEJAS

CANAL DE ALIMENTACION

Enlace

PRESA DE EL TENEBROSO

EMBALSE DE EL VILLAR

Canal de aislamiento

Canal de aislamiento

PRESA DE EL VILLAR

ALIVIADERO

CANAL DE DESAGÜE

RIO LOZOYA

Enlace

Canal a Madrid

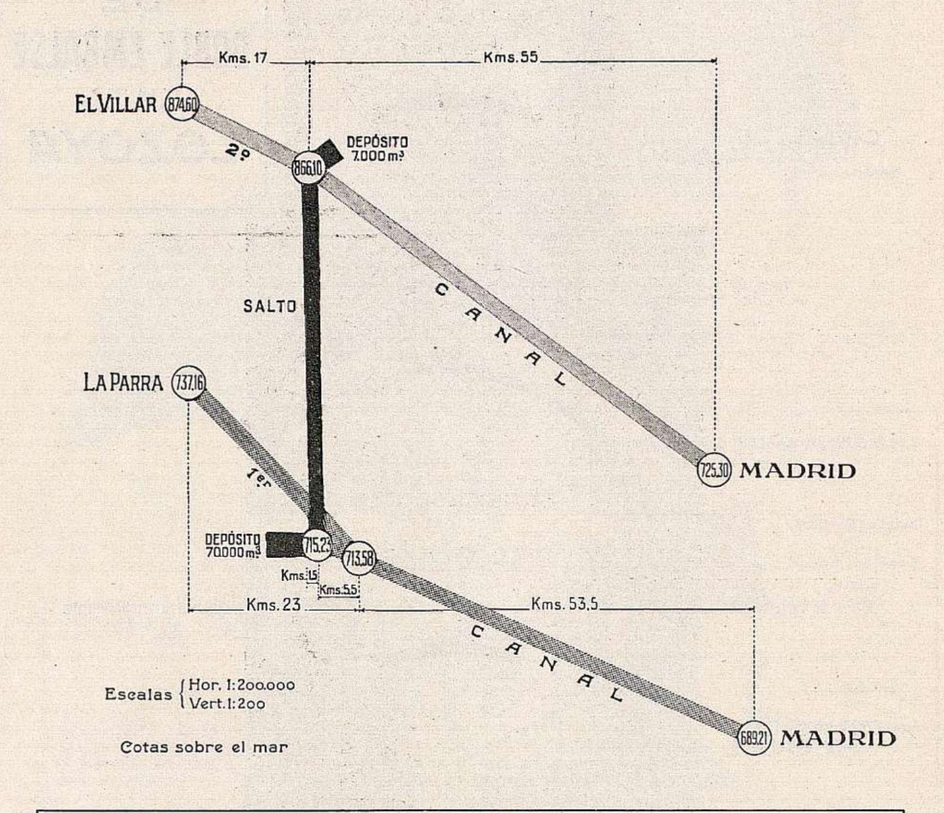
2

El embalse de El Villar, del que arranca directamente el actual canal de abastecimiento, es de aguas claras. Al efecto, mientras lo son las aguas del embalse de Puentes Viejas, van a El Villar por el canal de alimentación, el cual pasa en sifón bajo la presa del Tenebroso. Si el río aporta agua turbia, o bien se aclara por sedimentación en Puentes Viejas, o se evacua por las compuertas de limpia de esta presa al trozo de cauce del río, comprendido entre Puentes Viejas y el Tenebroso, en donde deriva al canal de desagüe de avenidas. Además, el vaso de El Villar se aisla de las escorrentías de sus laderas por los dos canales de aislamiento. Los dos canales de enlace permiten alimentar el canal de abastecimiento con aguas de Puentes Viejas.

CANAL DE ISABEL II.

ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MADRID

PERFIL LONGITUDINAL DE LOS CANALES



CARACTERÍSTICAS DEL SALTO

Consumo de agua en Madrid:

Anual { Total .... 66 092.000 m³
Medio por dia .... 181.800 „
Máximo .... 233.000 „

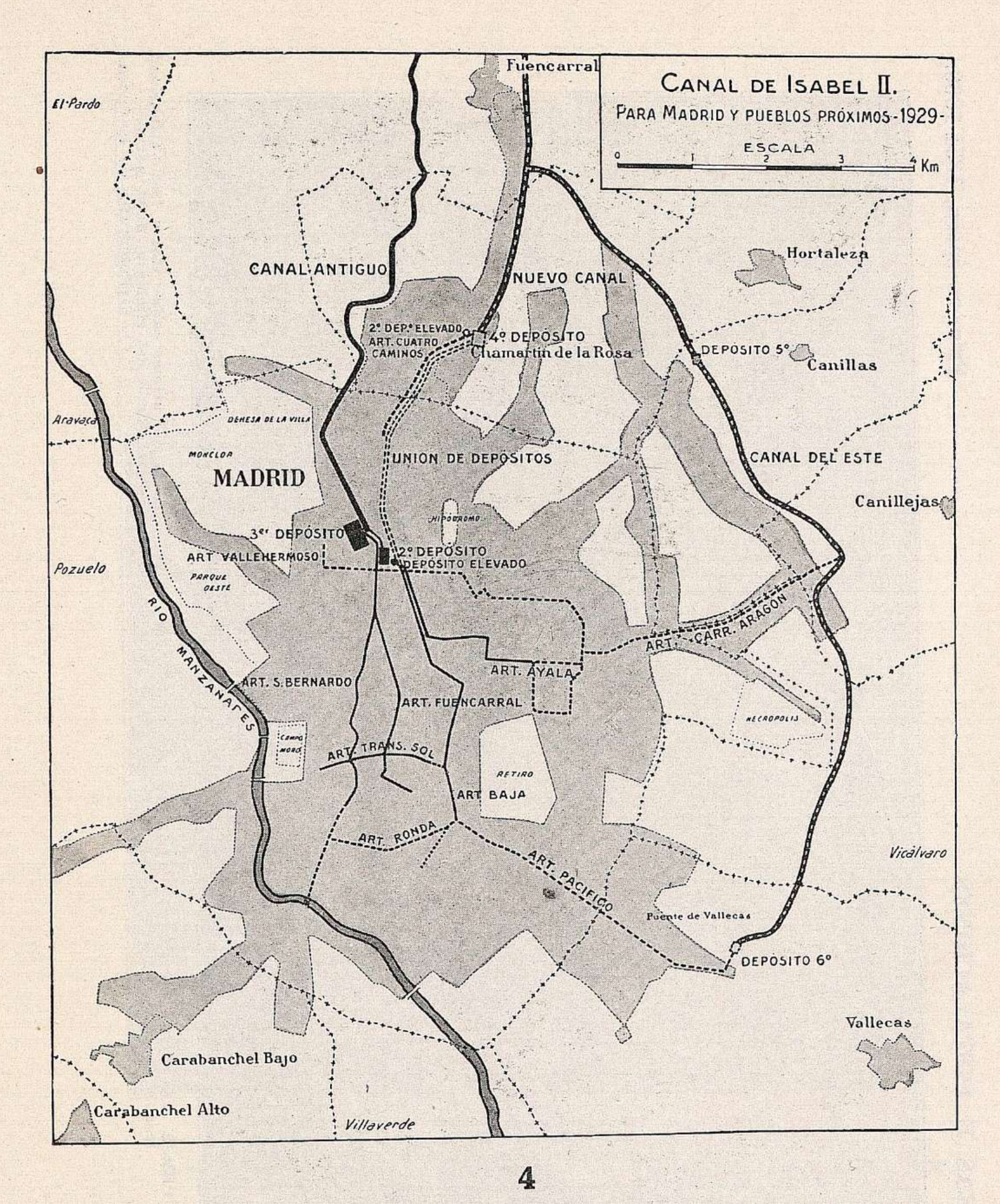
Energia consumida en Madrid:

Anual { Para elevar el agua de la distribución... 2.260.000 kw.h.
Para alumbrado e industrias .... 18.940.000 „

Por el salto transcurre no solo el agua consumida en Madrid sino tambien el resto del caudal del rio, cuando sobra.
Para acomodarse a los máximos, que no coinciden, del consumo de agua y del consumo de energia, se han construido dos depósitos respectivamente agua arriba y agua abajo del salto. La produccion máxima alcanza hasta 6.000 C.V.

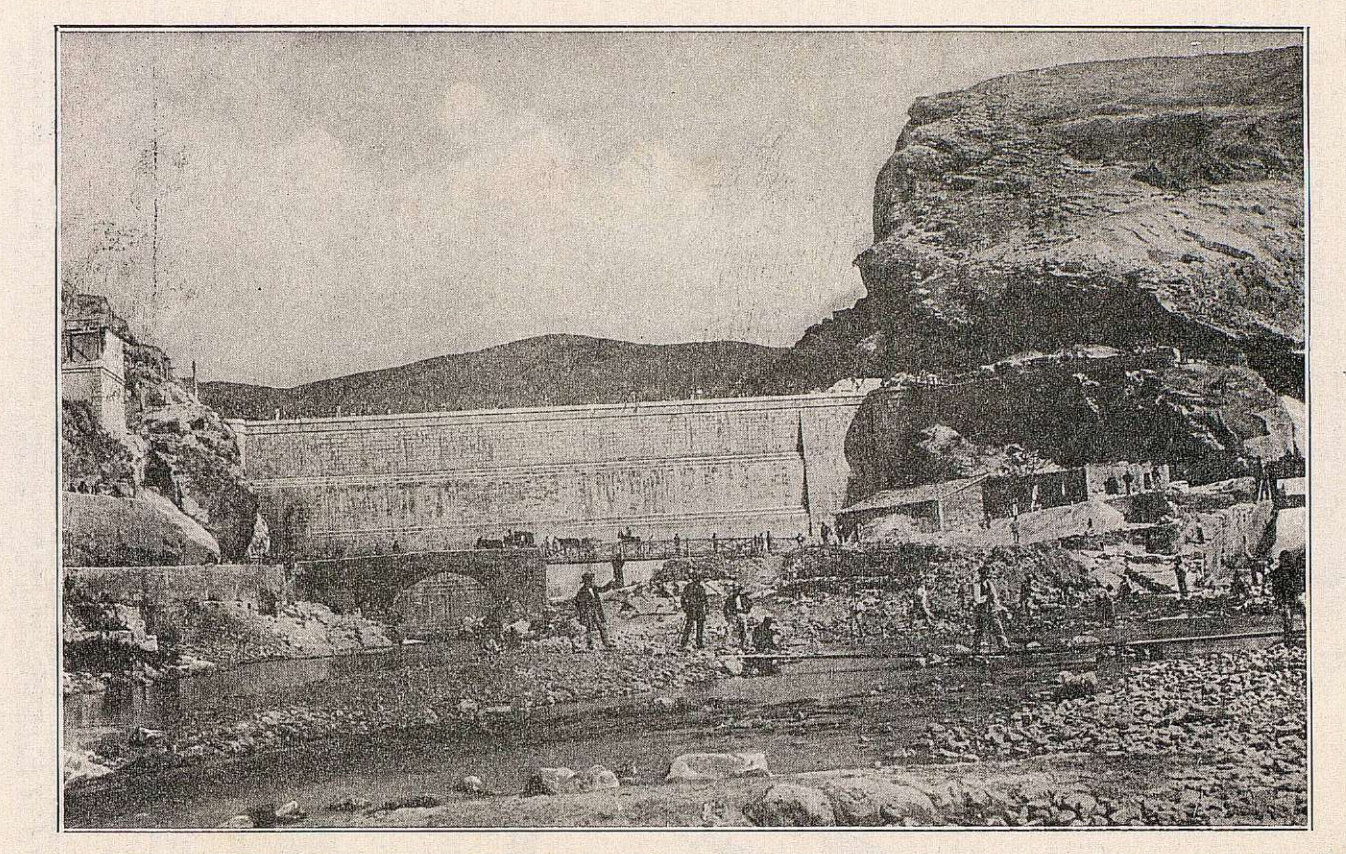
3

Actualmente los consumos han aumentado y la potencia instalada en el salto es de 9.000 CV.

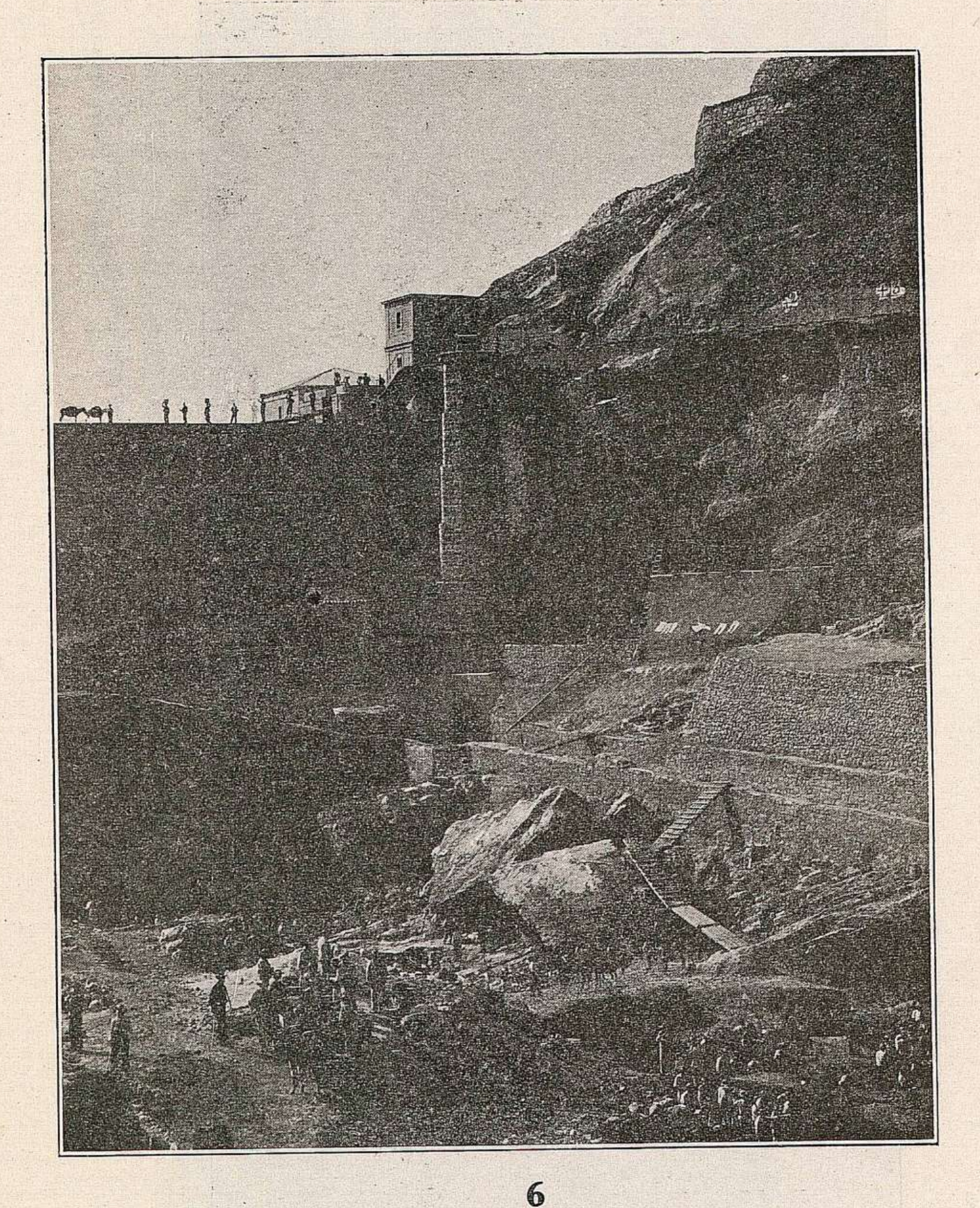


4

El nuevo canal, el canal del este, la unión entre depósitos y los depósitos 4.º, 5.º y 6.º y 2.º elevado, con sus derivaciones, constituyen el plan de distribución en 1929.



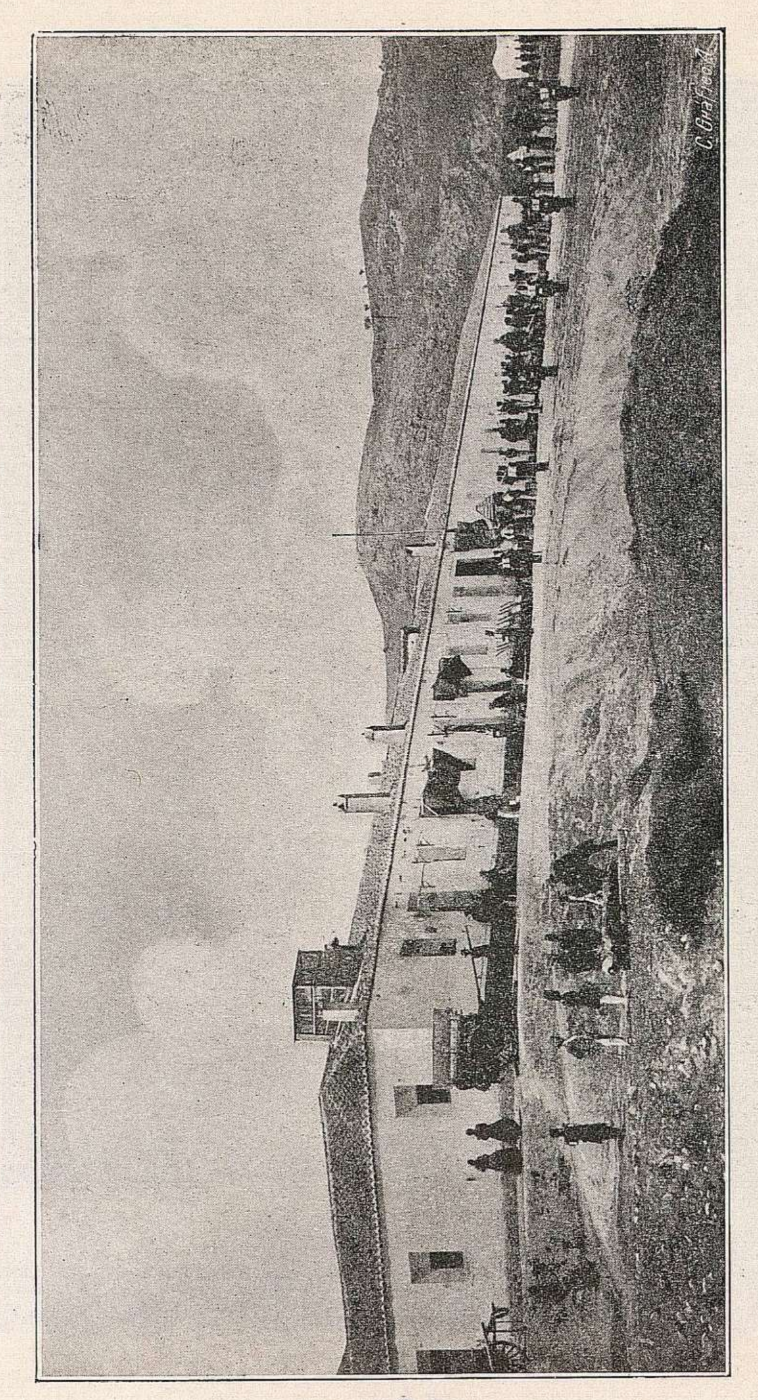
5.—**PRESA DE EMBALSE DEL PONTON DE LA OLIVA**, en el kilómetro 8, del primer canal, 1851 a 1855.—Capacidad, tres millones de metros cúbicos; longitud, 72,40 metros; altura sobre el fondo del cimiento, 31,30 metros.
(Fotografía de la época.)



6

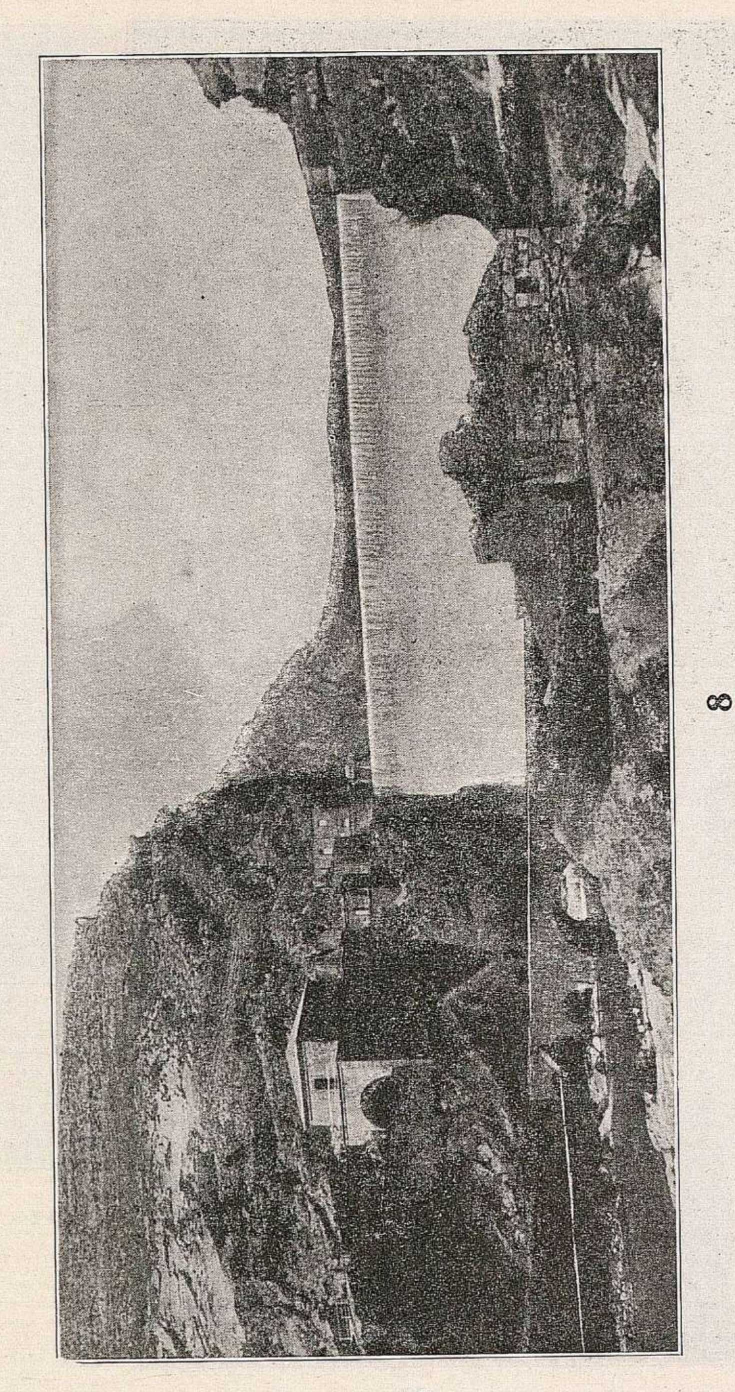
PRESA DE EL PONTON DE LA OLIVA.—Impermeabilizaciones a 30 metros bajo el desagüe, 35,70 metros bajo la coronación (1858).

(Fotografía de la época.)



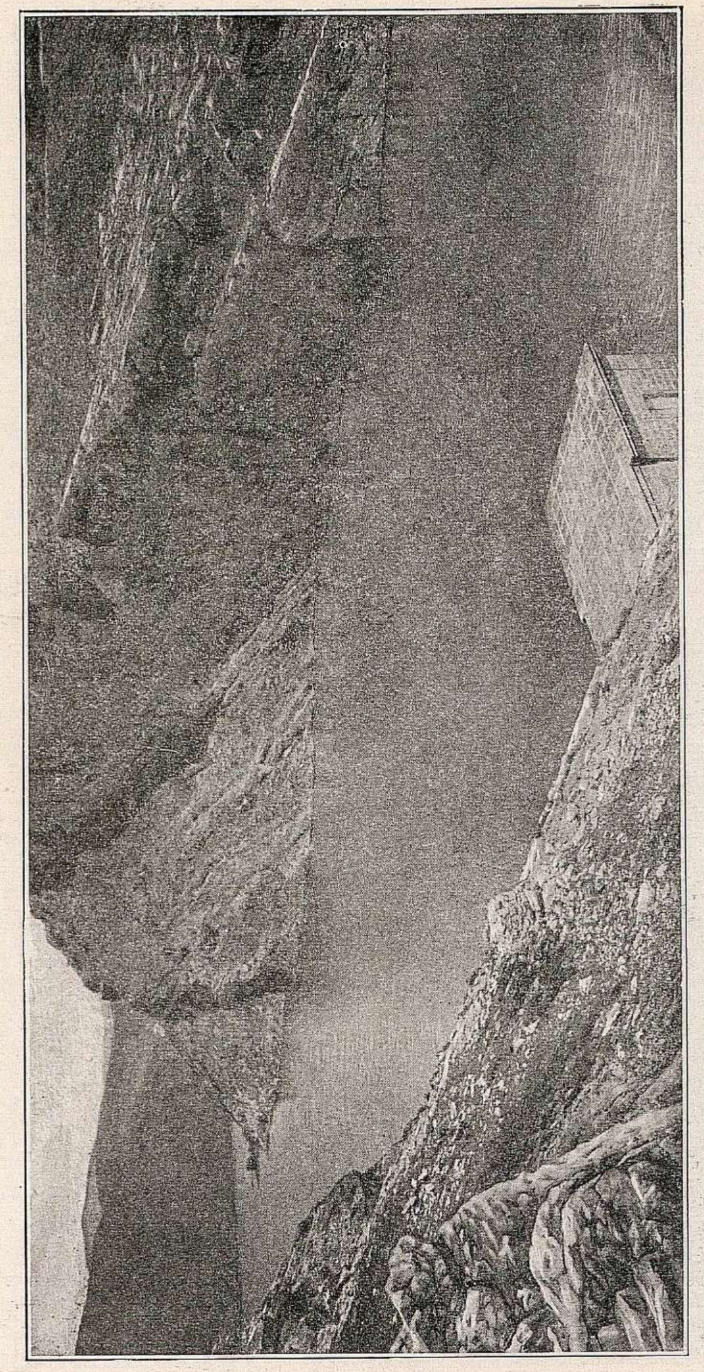
7

PRESA DE EL PONTON DE LA OLIVA.—Casernas para 2.000 presidiarios.
(Fotografía de la época.)



8

PRESA DE EL PONTÓN DE LA OLIVA.—Vertiendo aguas sobrantes del Lozoya.



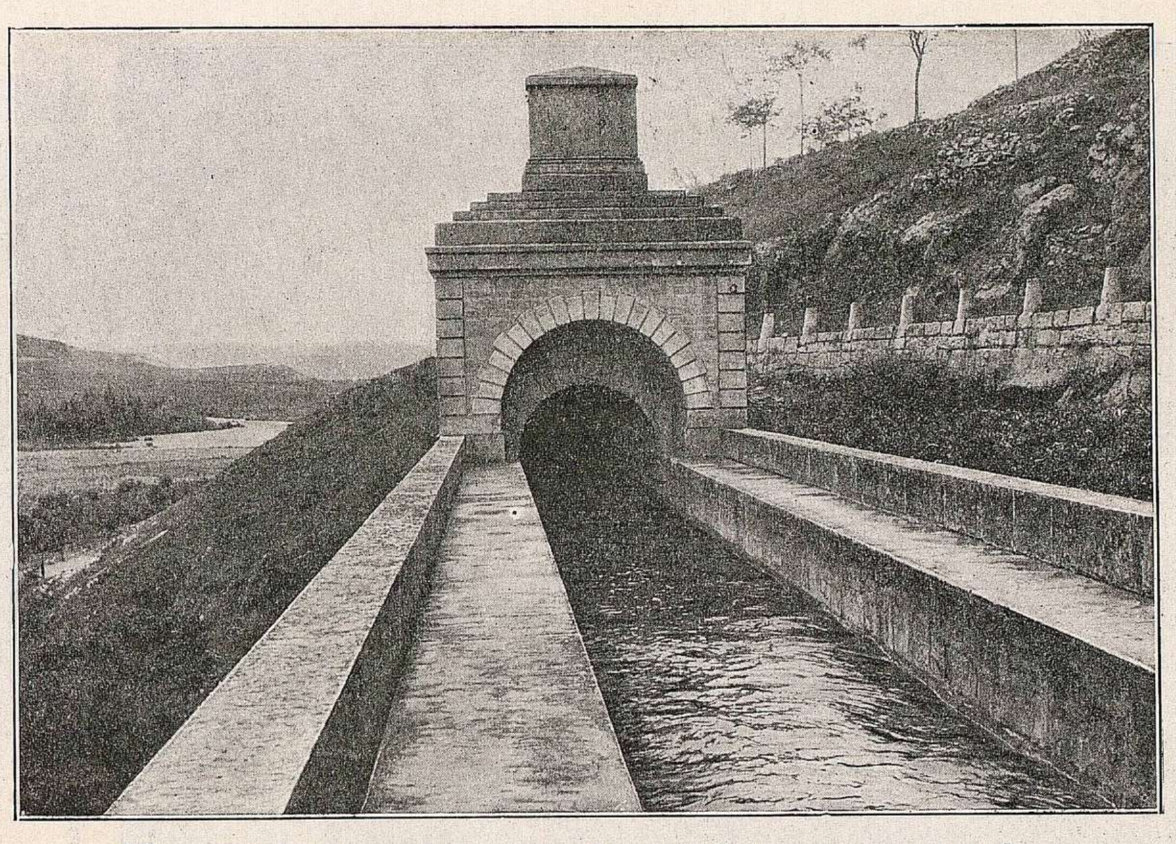
9

PRESA DE EL PONTON DE LA OLIVA.—Embalse.

10.—PRESA DE EL PONTON DE LA OLIVA.—Toma de agua para conducirla al kilómetro 8 del canal primitivo.

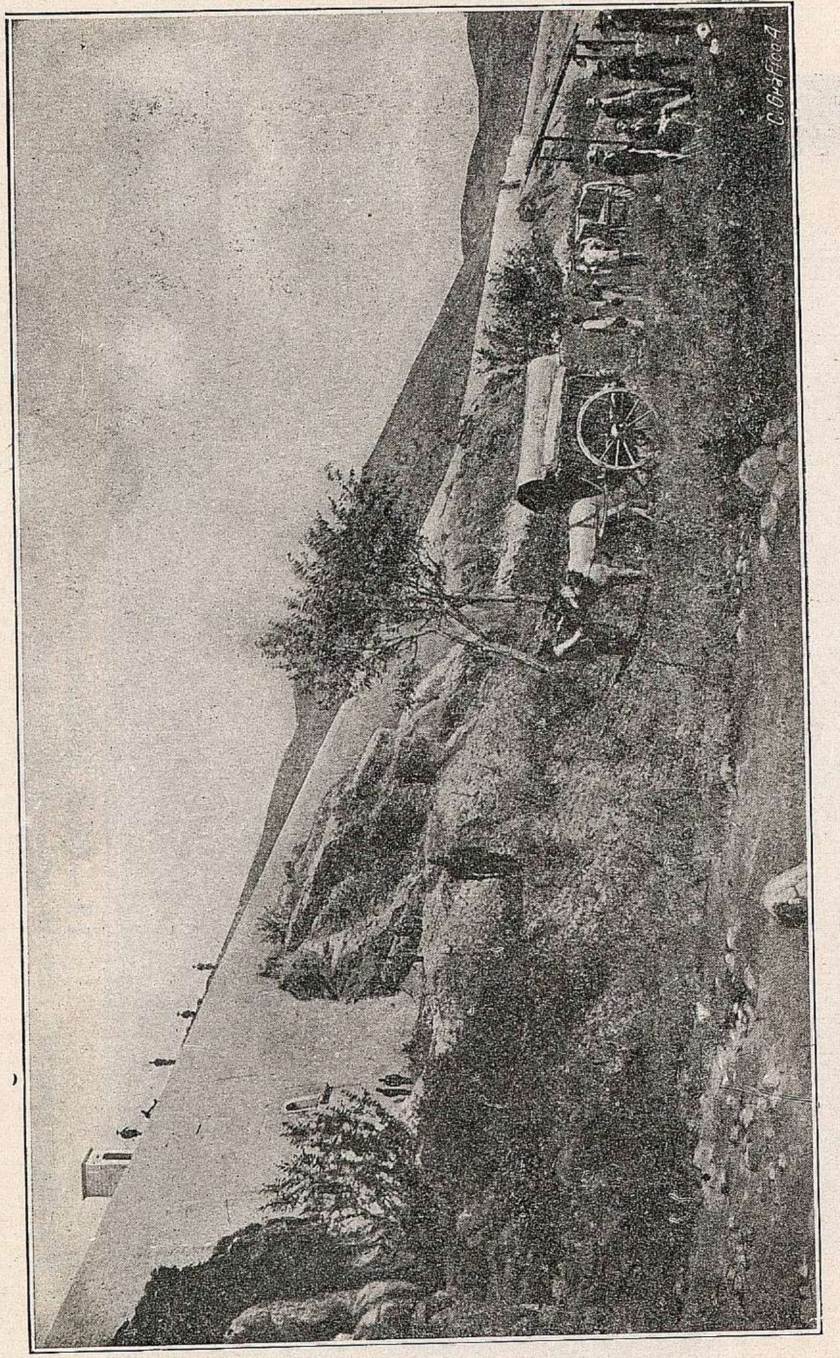
* * *

11.—Maqueta de la Presa del Pontón de la Oliva.



12.—Canal primitivo, 1851-1856.—Algunas de sus importantes obras.

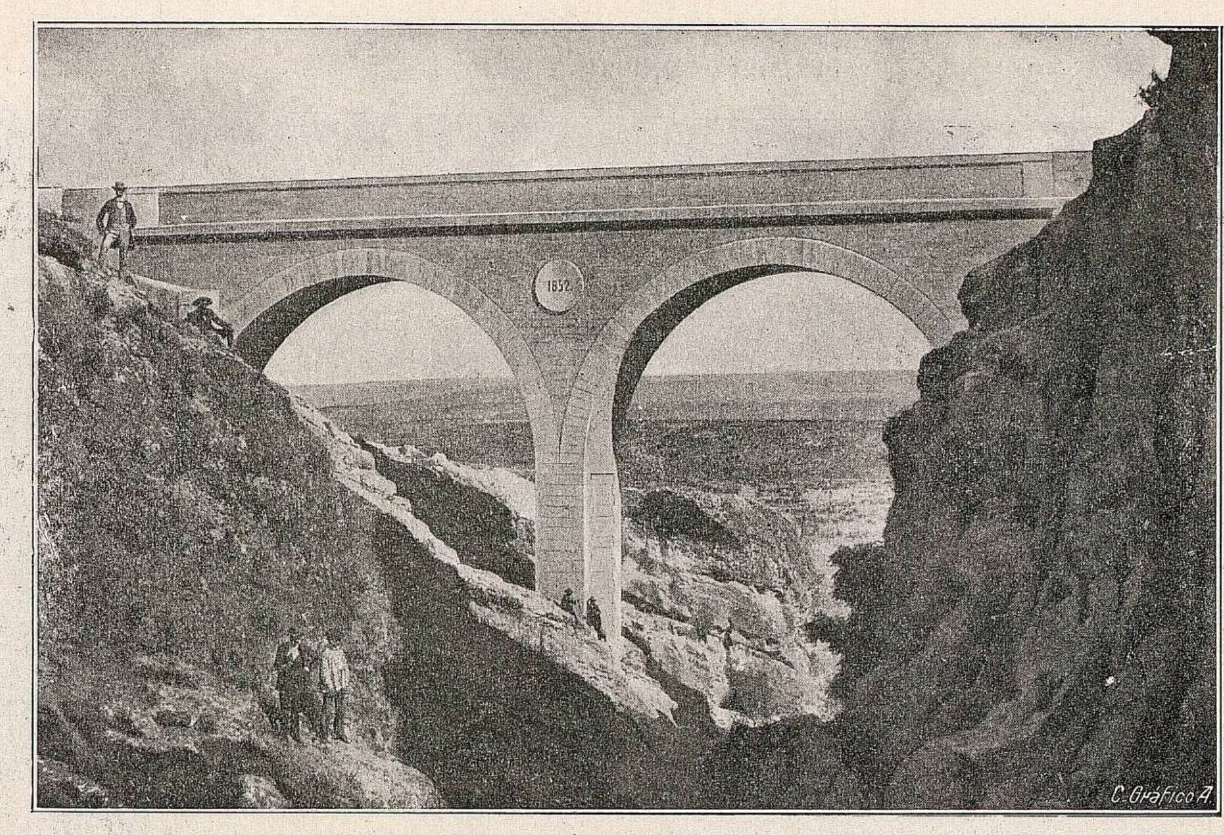
PRIMERA EMBOCADURA DEL CANAL (kilómetro 8).—Canal primitivo, capaz para 2,5 metros cúbicos por segundo, derivado en la presa de Navalejos. Longitud, 76 kilómetros.



13.—Canal primitivo, 1851-1856.

Kilómetro 9.—El Canal en ladera.

(Fotografía de la época.)



14.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LAS CUEVAS (kilómetro 11).—Longitud, 37,30 metros; altura, 25 metros; dos medios puntos de 14 metros de luz. (Fotografía de la época.)

15.—Canal primitivo, 1851-1856.

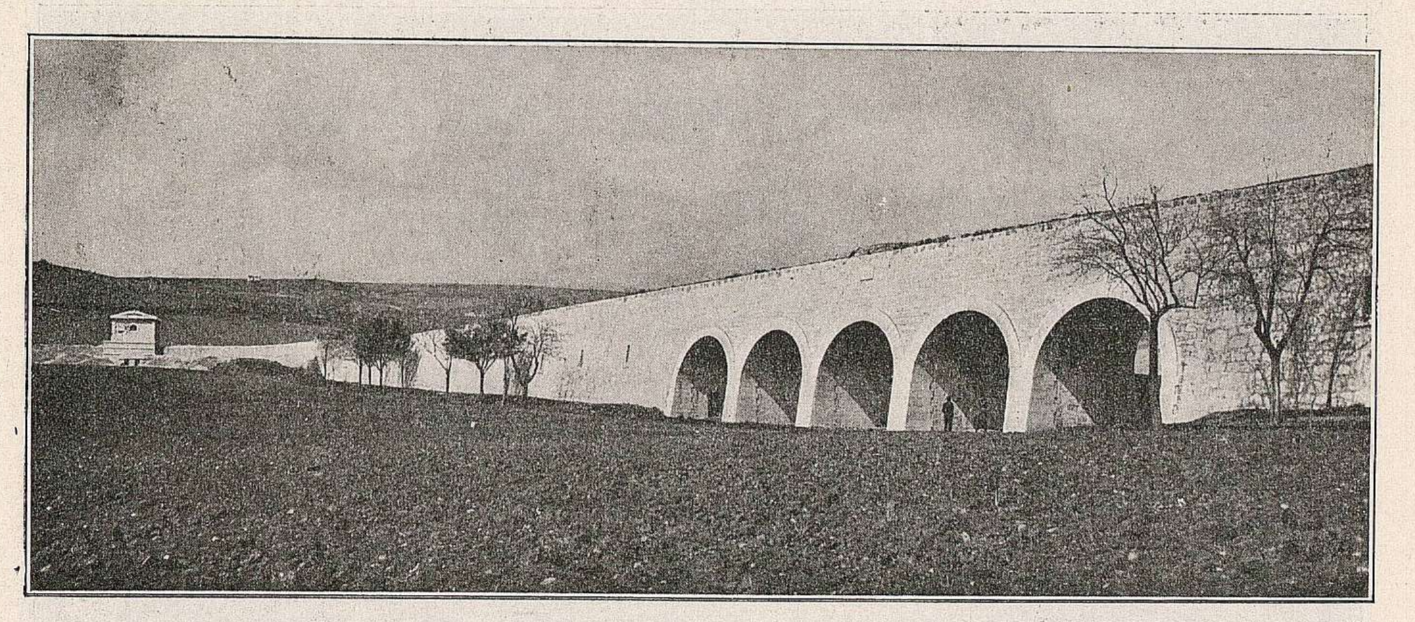
ACUEDUCTO DE LAS CUEVAS (kilómetro 1).

OBSERVACIONES

Se anotan como curiosas por su perfección las fotografías originales de los años 1851 a 1856.

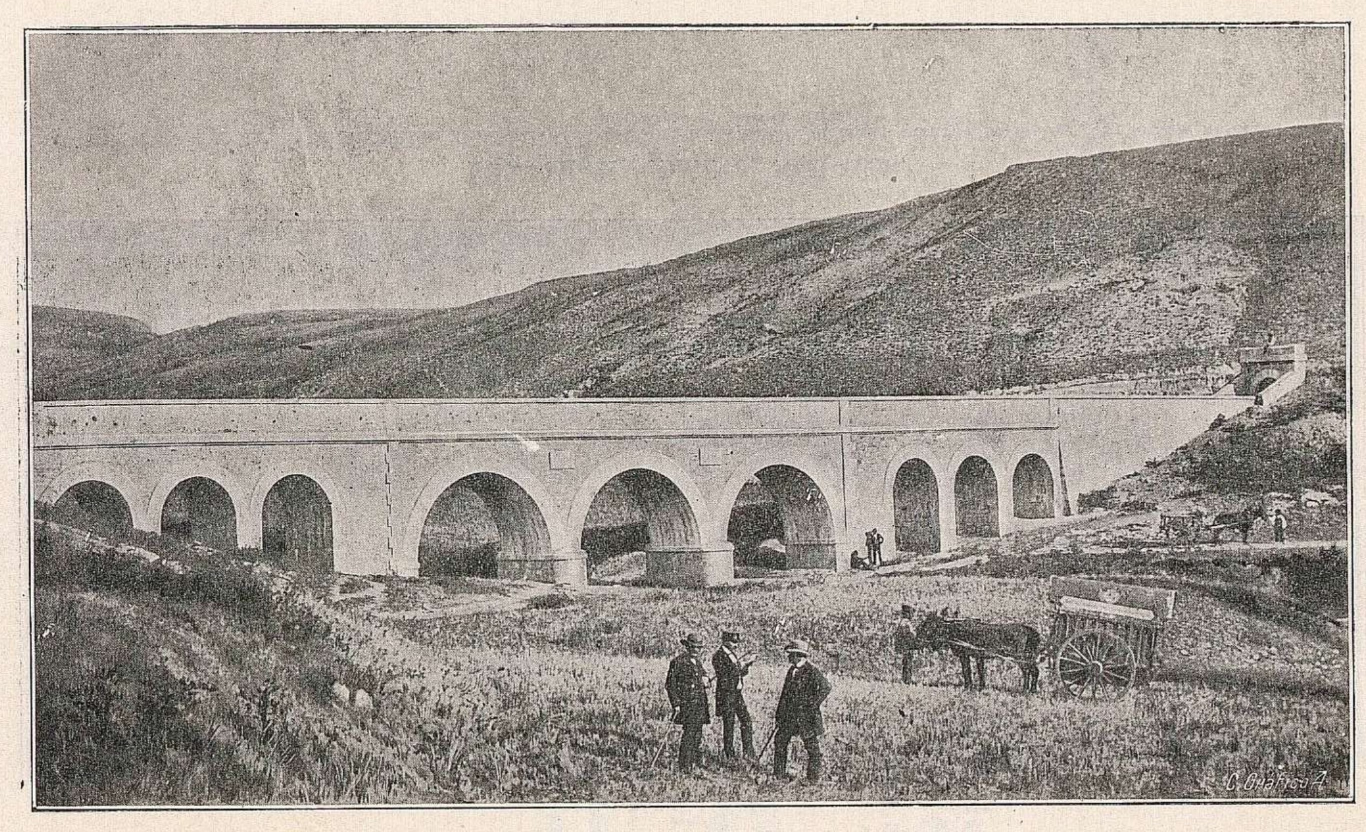
Las segundas vistas de algunas obras han sido tomadas luego de tapado el canal que en un principio fué descubierto en los puentes acueductos y algunos otros trayectos.





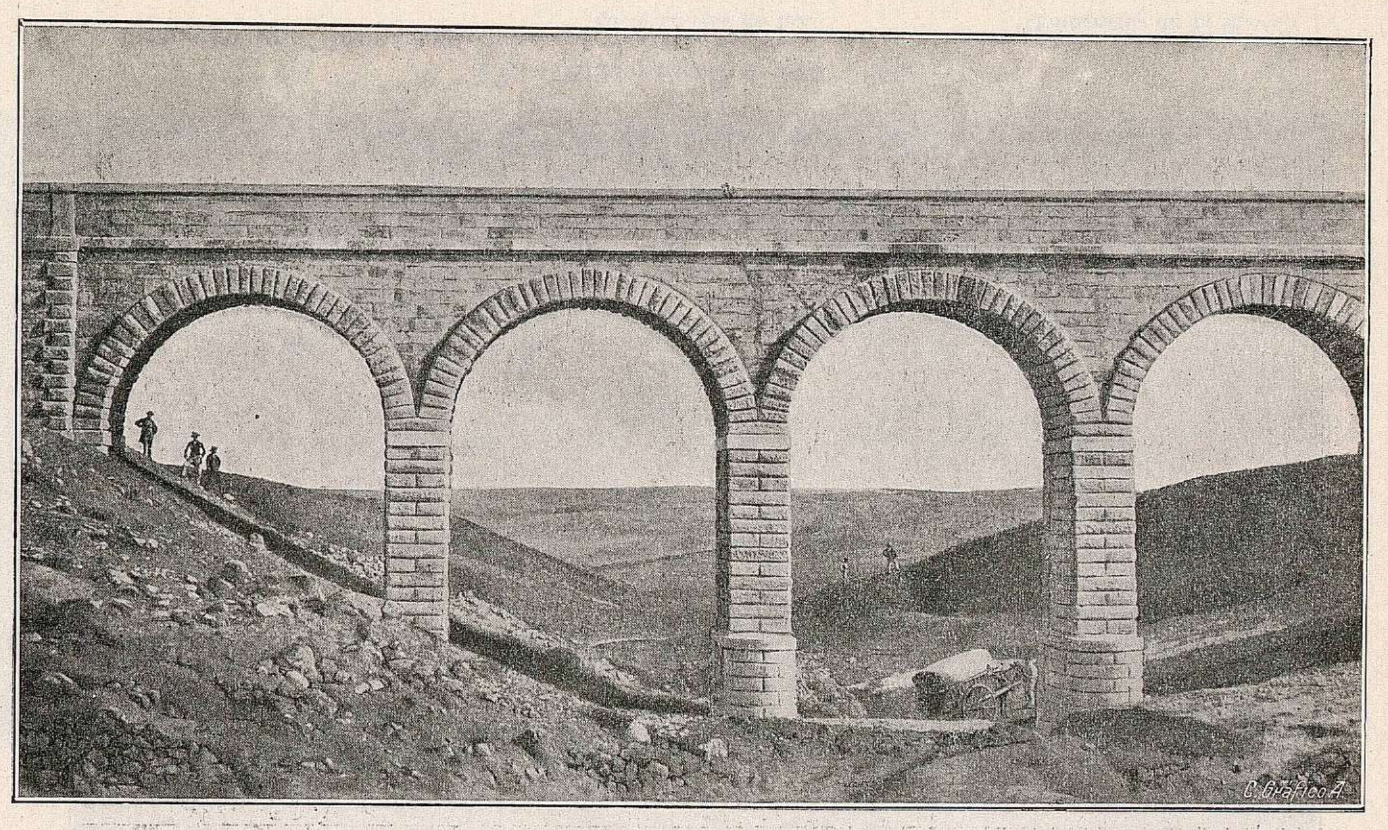
16.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA ALDEHUELA (kilómetro 24).—Longitud, 466,25 metros; altura, 10,20 metros; cinco medios puntos de siete metros de luz.



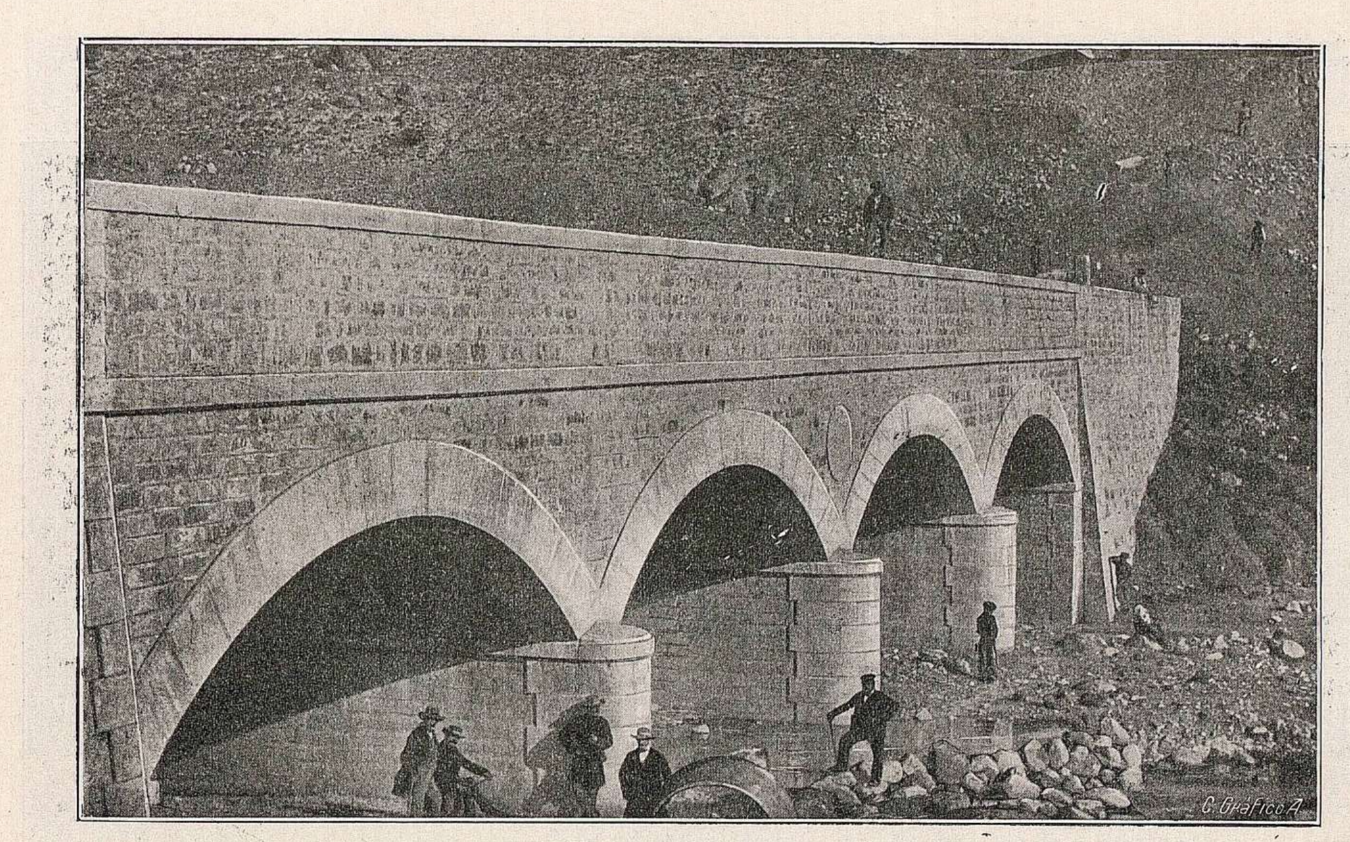
17.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DEL ESPARTAL (kilómetro 26).—Longitud, 98,50 metros; altura, 9,50 metros; tres medios puntos de siete metros y seis de 3,33 metros. (Fotografía de la época.)



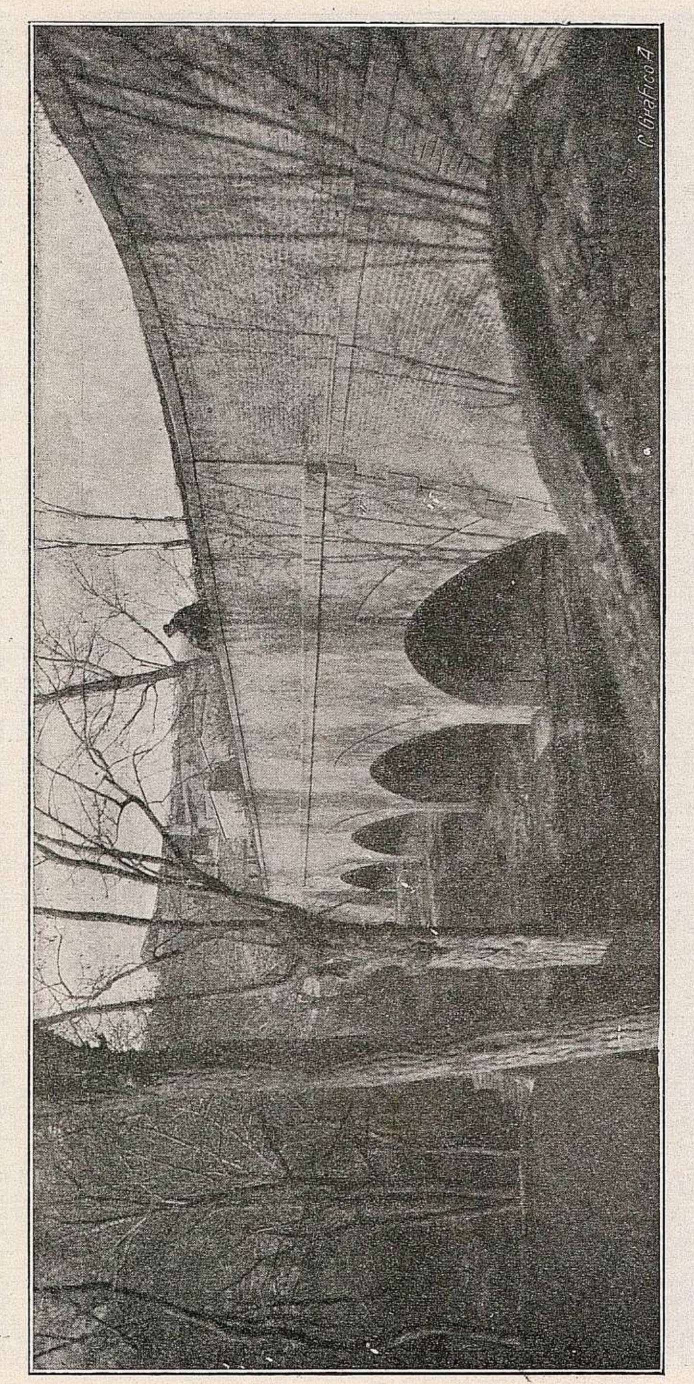
18.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA BAJADA AL MORENILLO (kilómetro 31).—Longitud, 74 metros; altura, 11,50 metros; cuatro medios puntos de 4,20 metros de luz. (Fotografía de la época.)



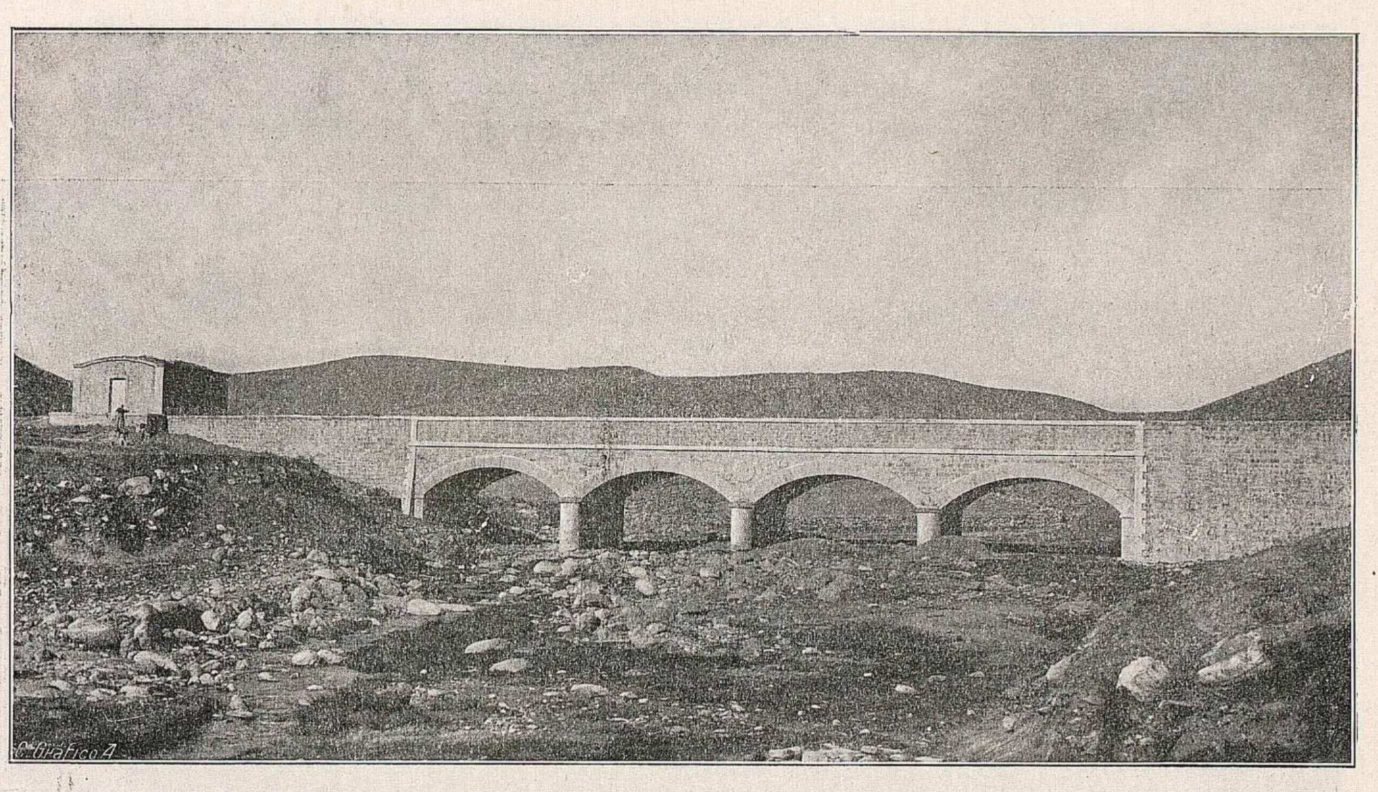
19.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DEL MORENILLO (kilómetro 31).—**Longitud, 87,10 metros; altura, 10 metros; cuatro escarzanos de 10 metros de luz.** (Fotografía de la época.)



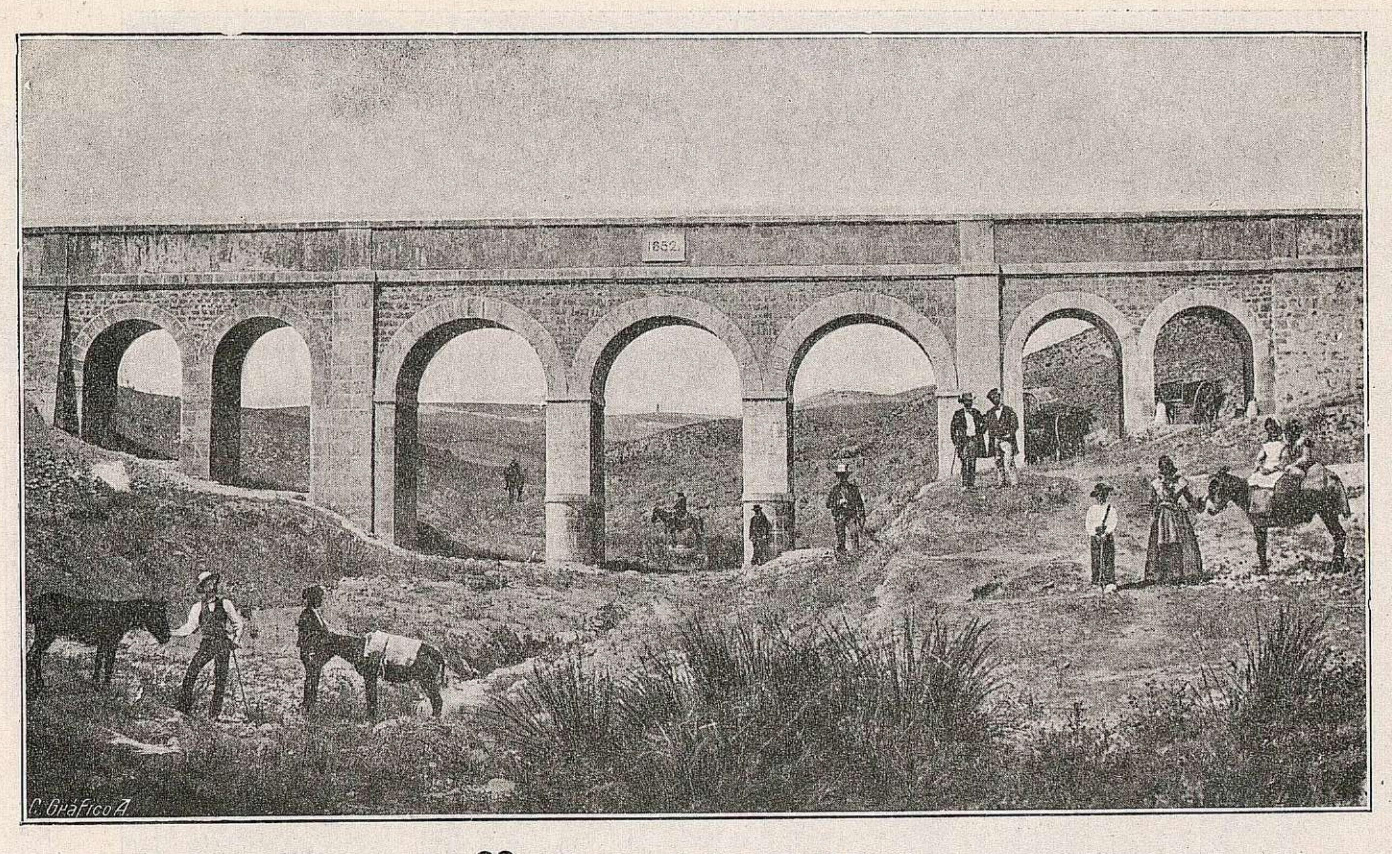
20.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DEL MORENILLO (kilómetro 31).



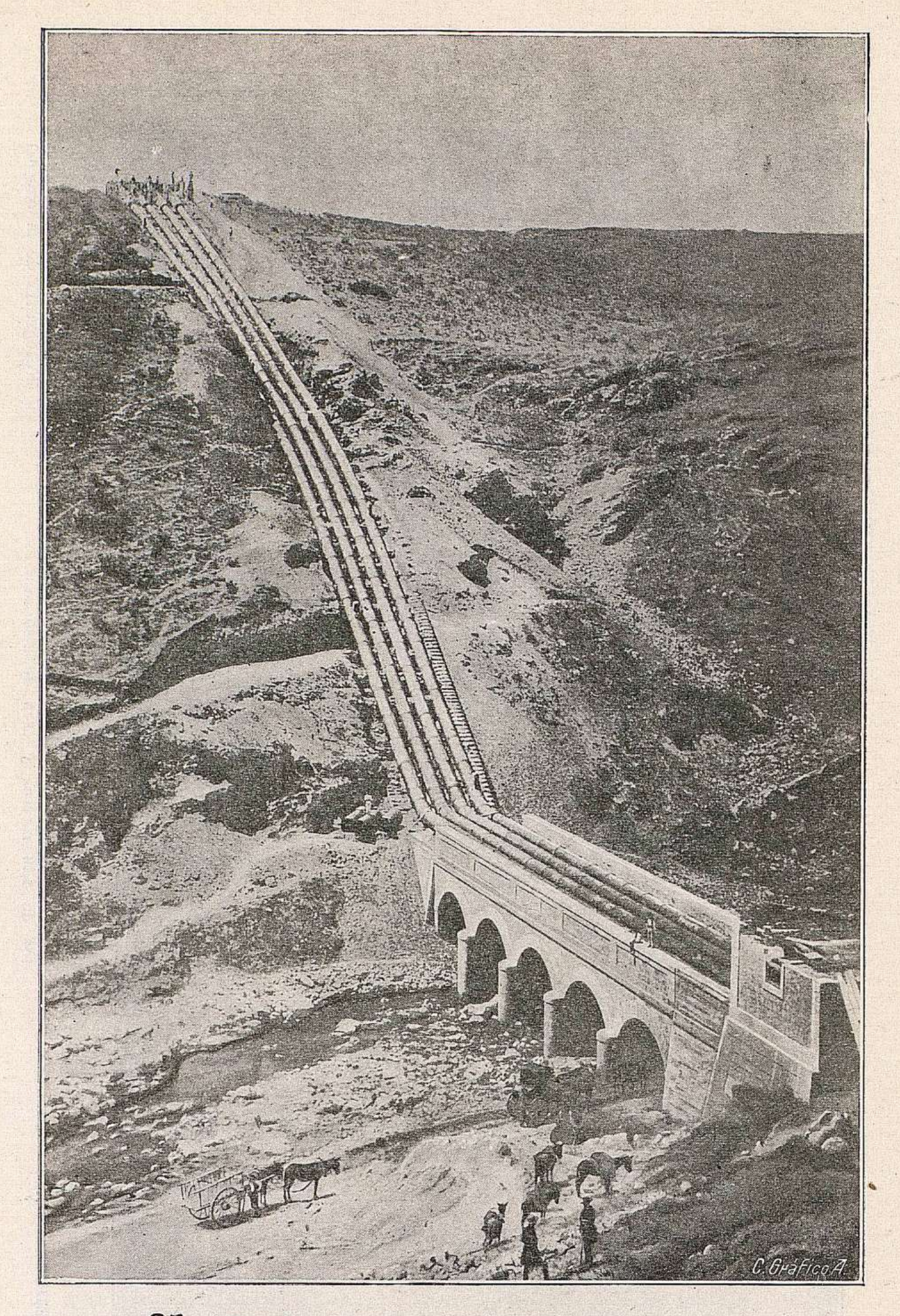
21.—Canal primitivo, 1851-1856.

PUENTE DEL SIFON DEL MORENILLO (kilómetro 31).—Longitud, 87,10 metros; altura, 10 metros; cuatro escarzanos de 10 metros de luz.



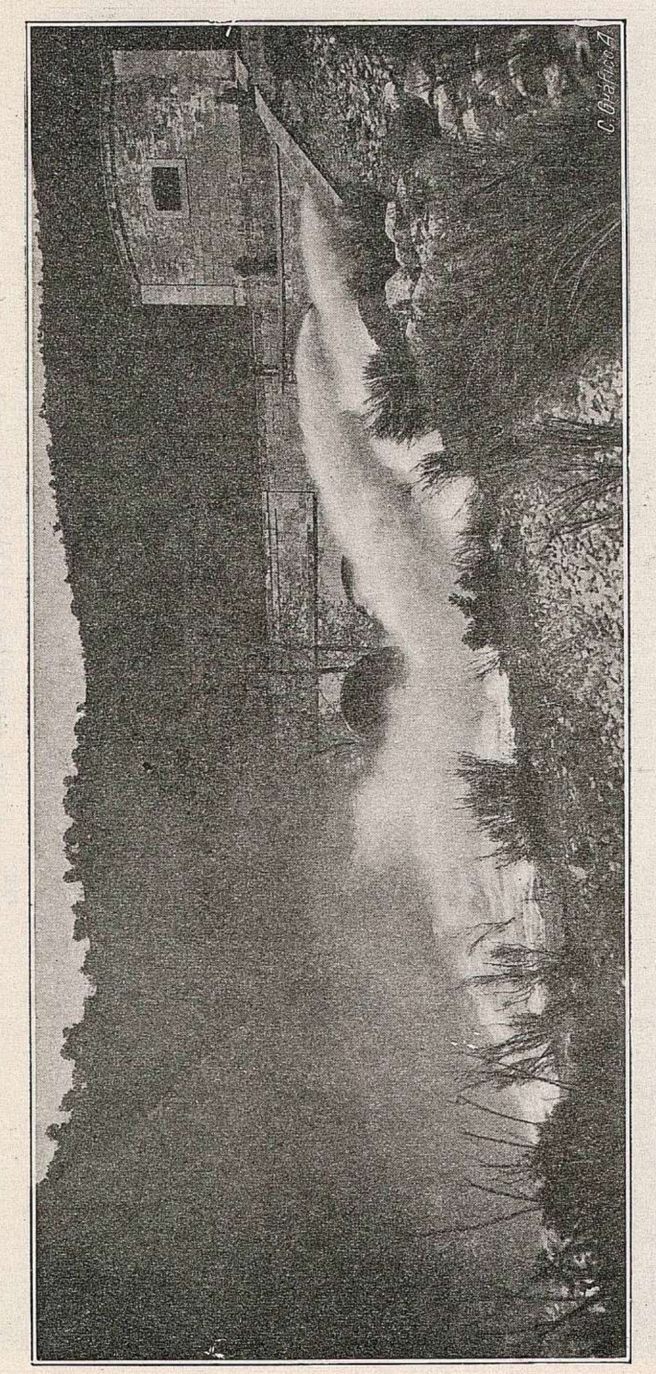
22.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA FUENTE DEL PALO (kilómetro 34).—Longitud, 59,60 metros; altura, 10,27 metros; tres medios puntos de 4,20 metros y tres de 2,80 metros. (Fotografía de la época.)



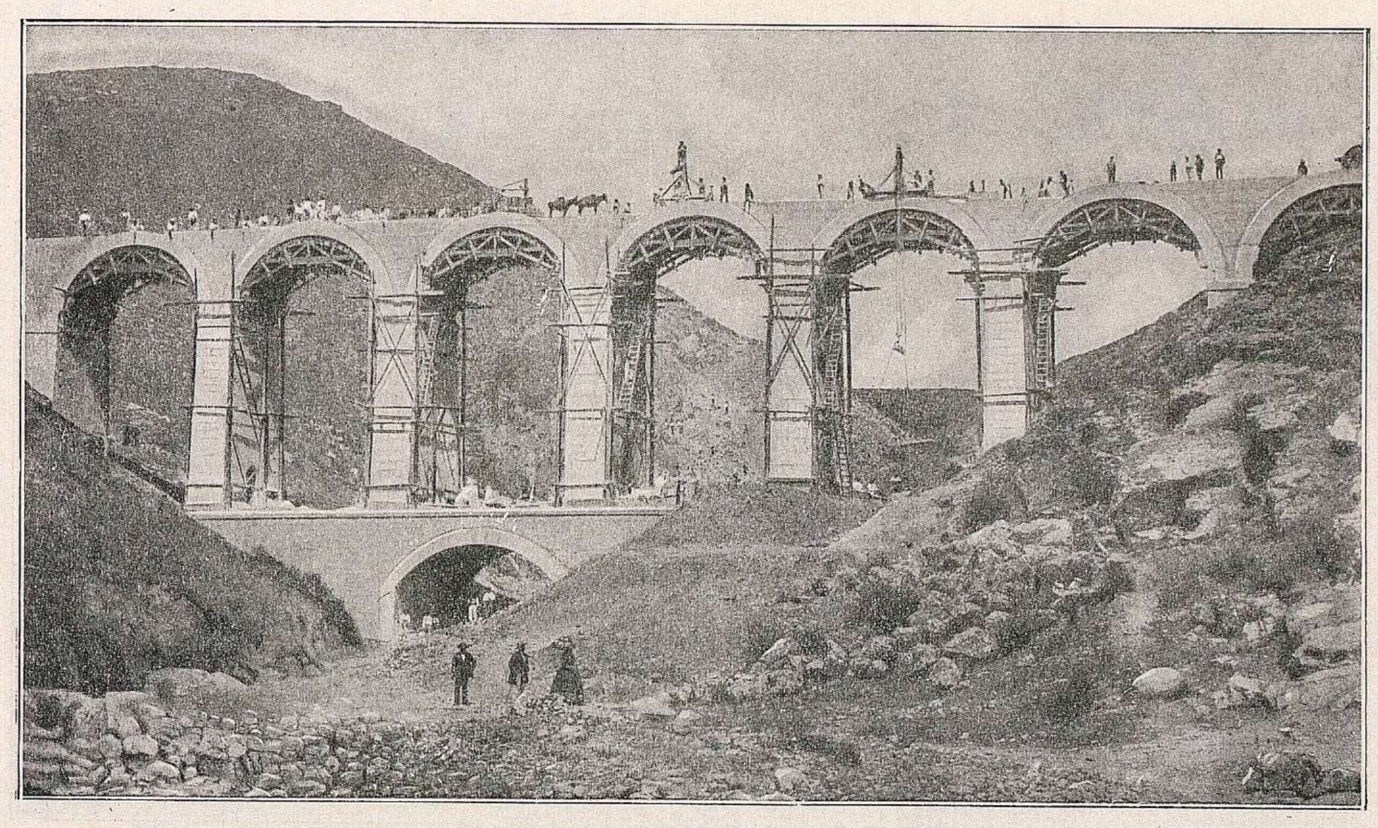
23.—Canal primitivo, 1851-1856.

SIFON DEL GUADALIX (kilómetro 42).—Cuatro tuberías de fundición de 0,92 metros de diámetro; longitud, 322 metros; carga, 53,18 metros.
(Fotografía de la época.)



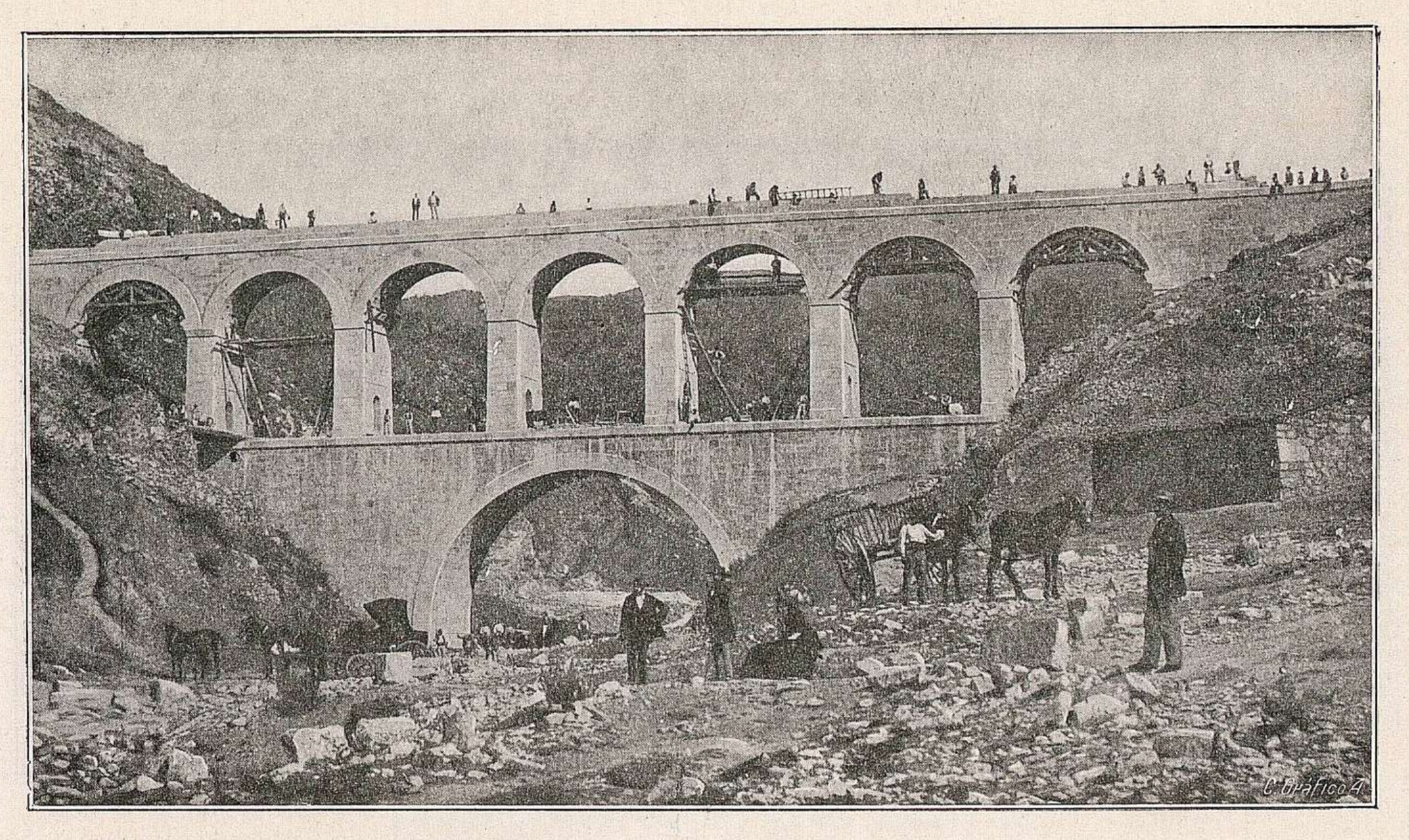
24.—Canal primitivo, 1851-1856.

SIFON DEL GUADALIX (kilómetro 42).—Desagüe.



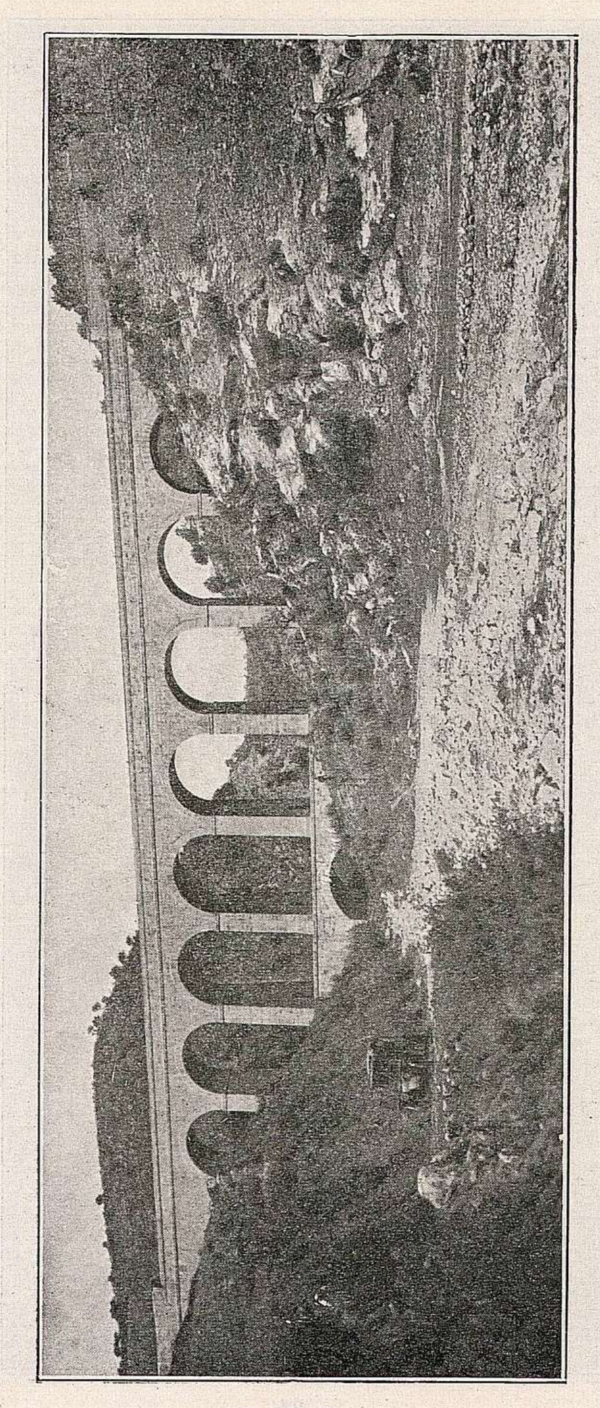
25.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA RETUERTA (kilómetro 41).—**Longitud**, 113,20 metros; **altura**, 29,50 metros; ocho medios puntos de 9,50 metros de luz sobre un escarzano de igual luz. (Fotografía de la época.)



26.—Canal primitivo, 1851-1856.

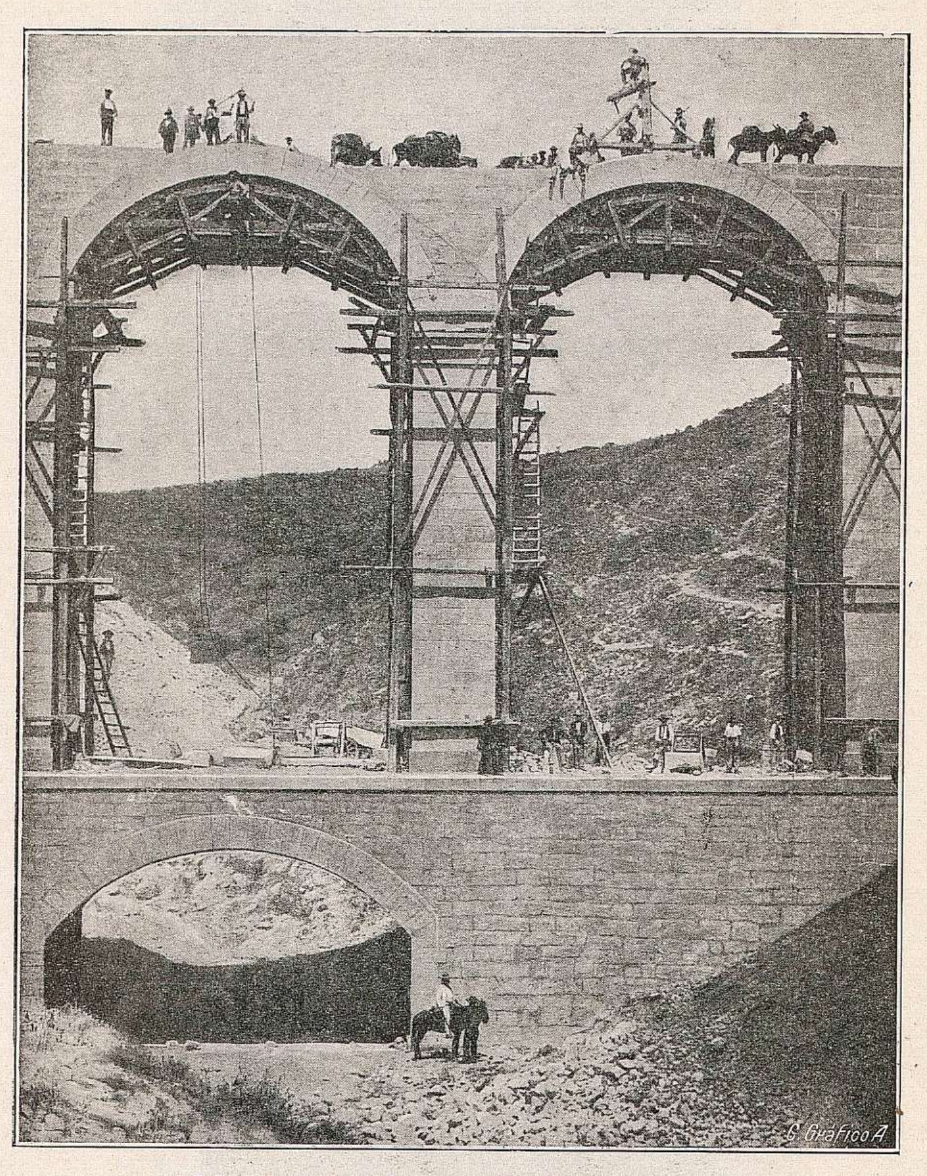
ACUEDUCTO DE LA SIMA (kilómetro 43).—Longitud, 82 metros; altura, 25 metros; siete medios puntos de 7,50 metros de luz sobre un medio punto de 17 metros de luz. (Fotografía de la época.)



27.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DE LA RETUERTA (kilómetro 41).

28.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA SAMA (kilómetro 48



29.—Canal primitivo, 1851-1856.

UN TROZO DEL ACUEDUCTO DE LA RETUERTA (kilómetro 41).

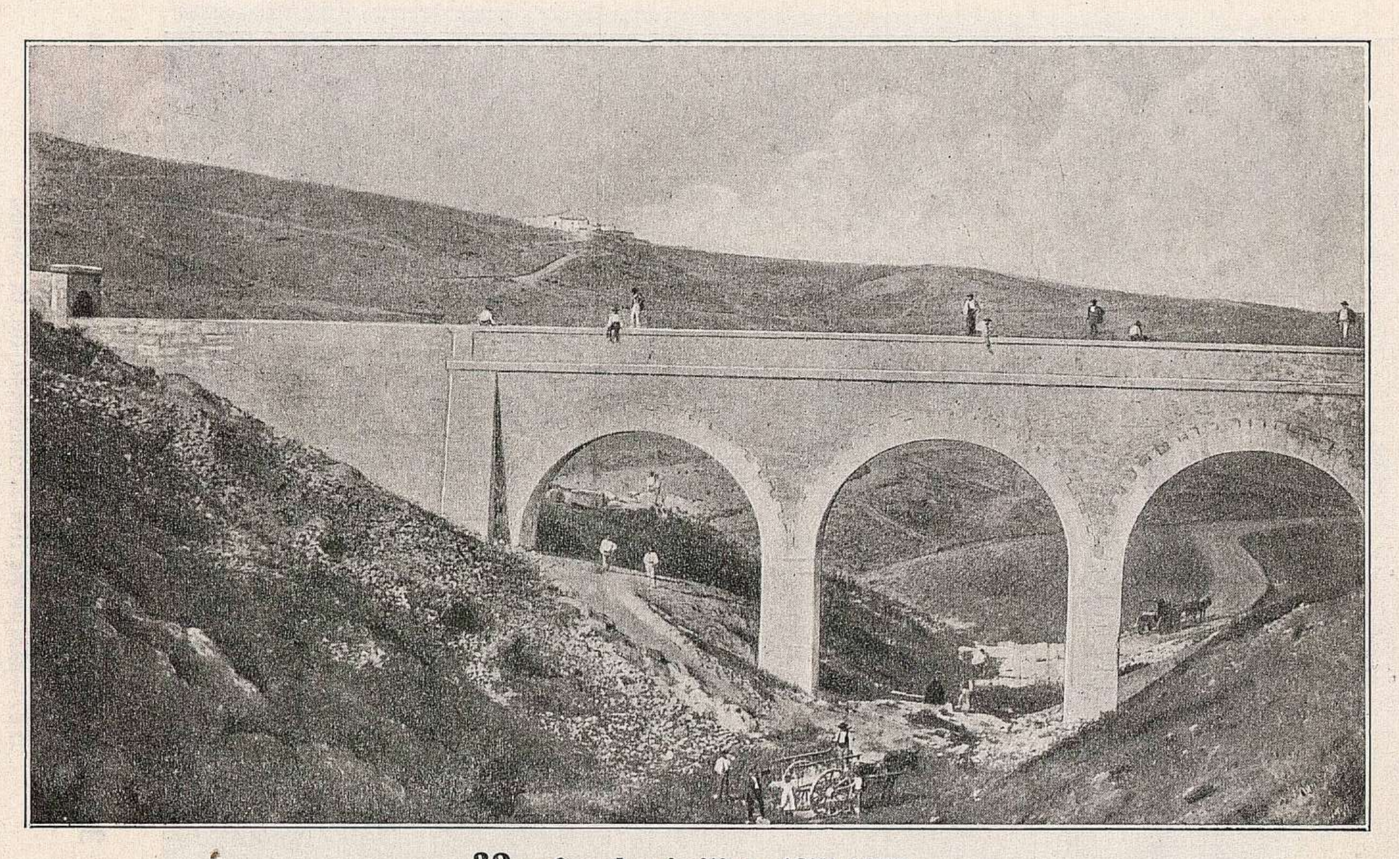
(Fotografía de la época.)

Canal primitivo, 1851-1856.

30.—UN TROZO DEL ACUEDUCTO DE LA SIMA (kilómetro 43).
(Fotografía de la época.)

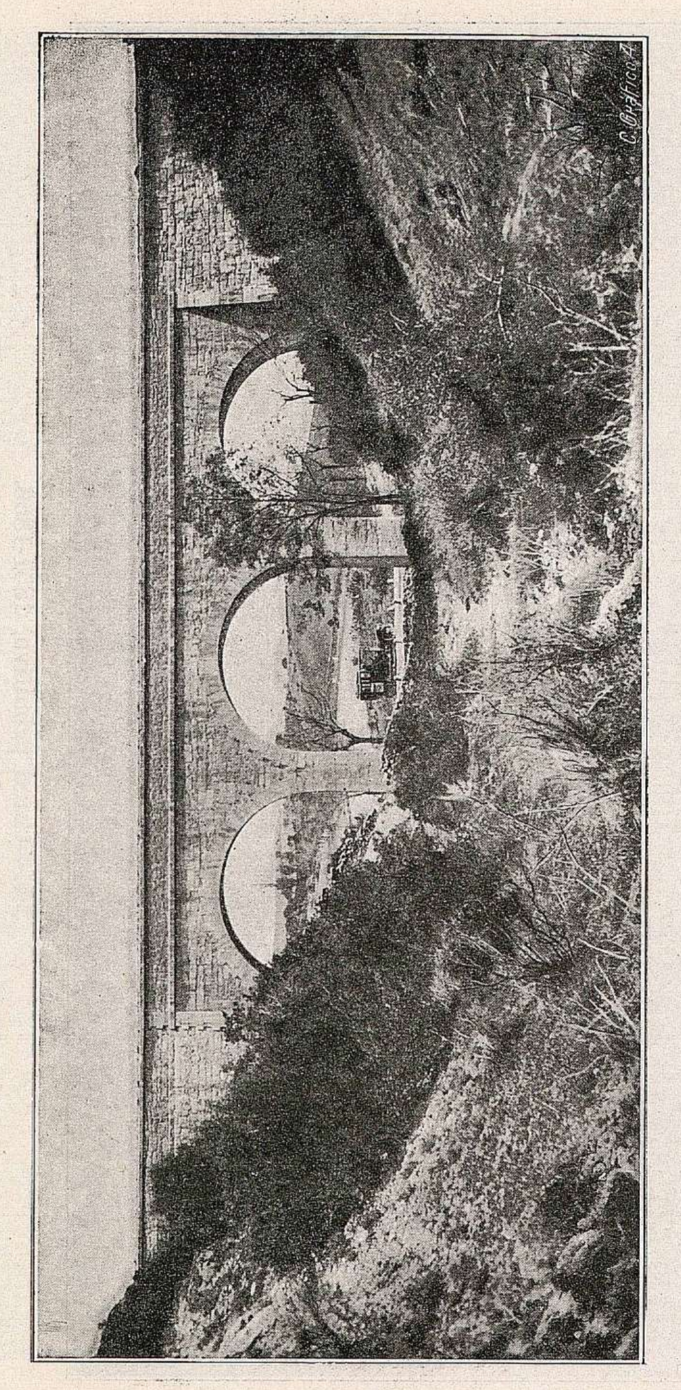
* * *

31.—Maqueta del Acueducto de la Sima.



32.—Canal primitivo, 1851-1856.

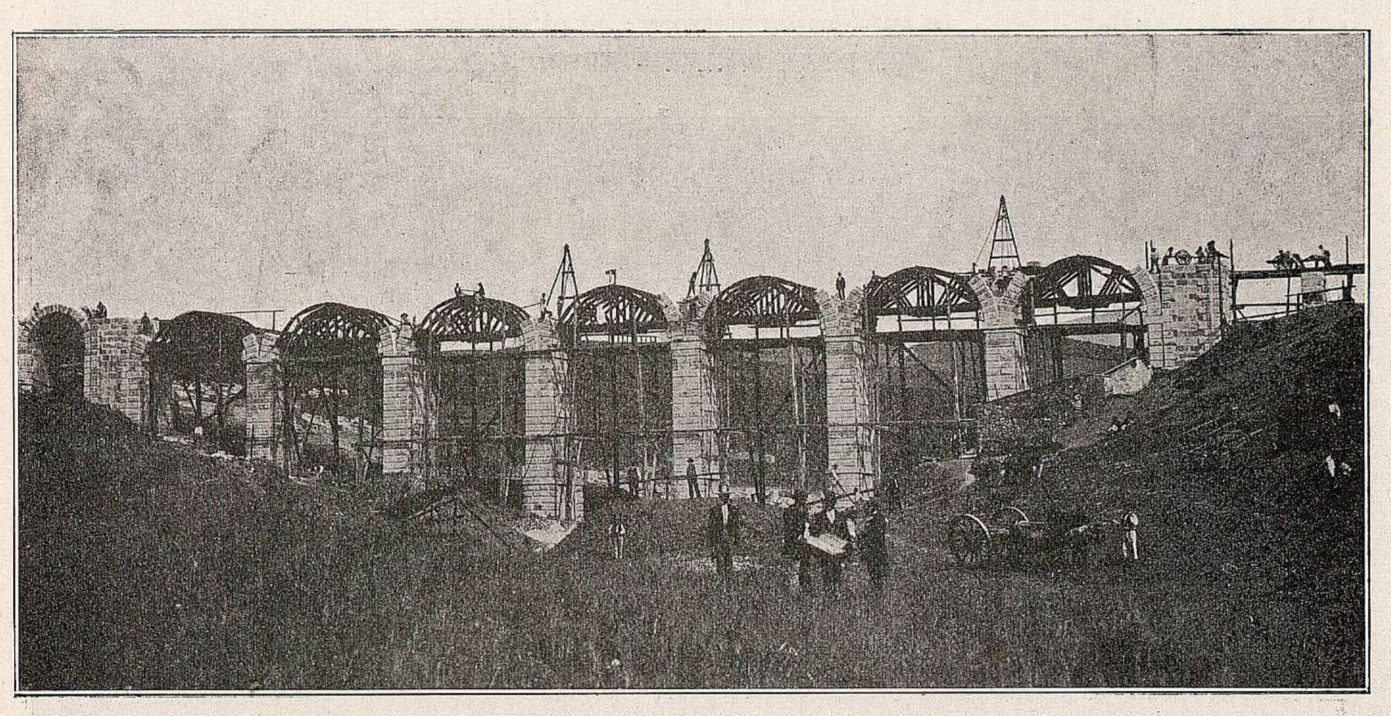
ACUEDUCTO DE VALCALIENTE (kilómetro 44).—Longitud, 70,50 metros; altura, 16,95 metros; tres medios puntos de 9,55 metros de luz. (Fotografía de la época.)



33.—Canal primitivo, 1851-1856

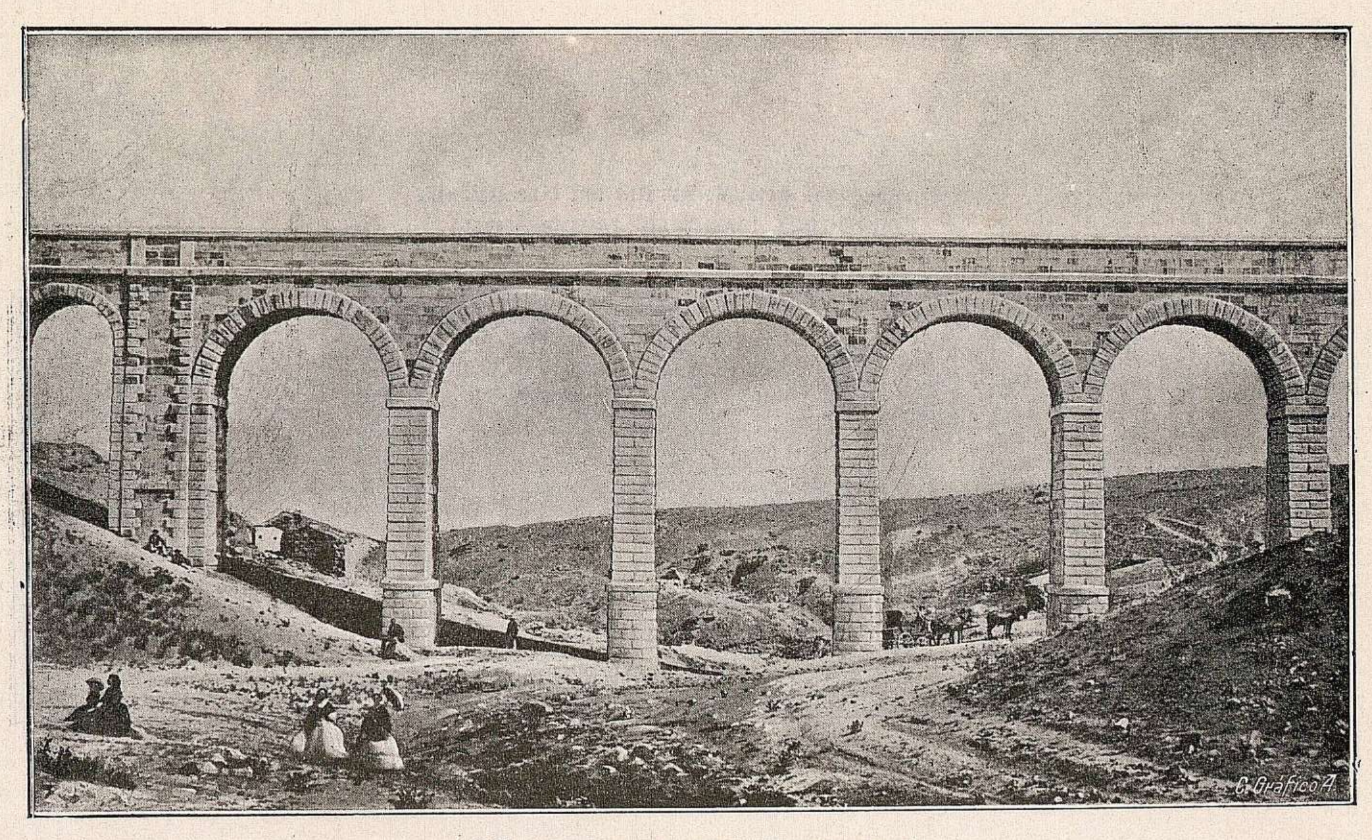
ACUEDUCTO DE VALCALIENTE (kilómetro 44).

5



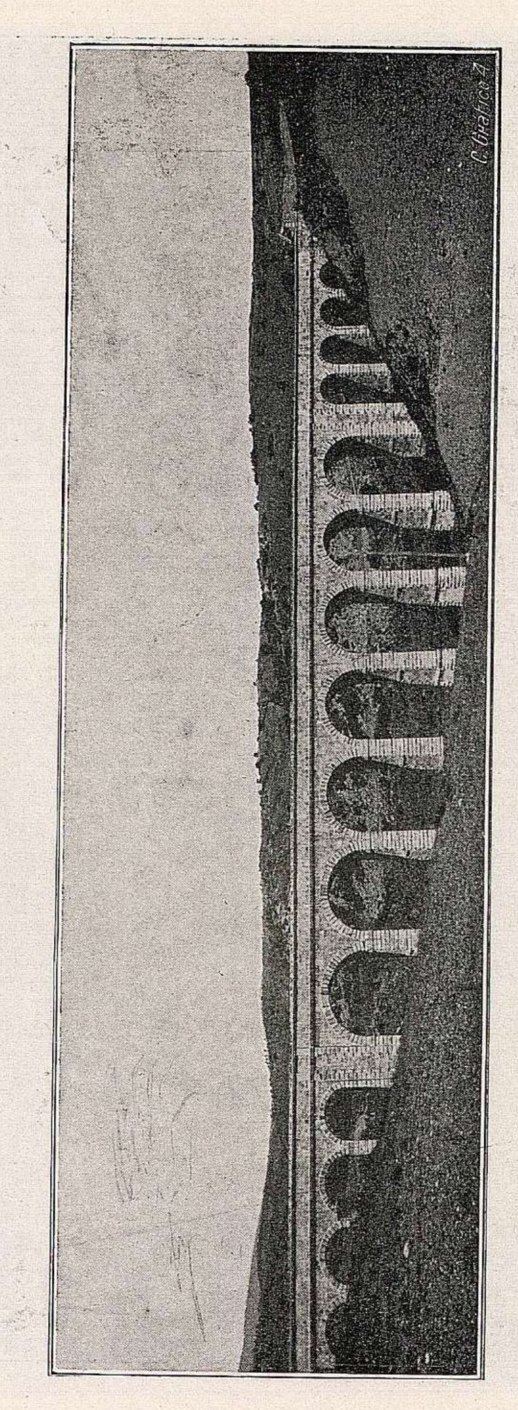
34.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE COLMENAREJO (kilómetro 46).—Longitud, 128,40 metros; altura, 18,84 metros; siete medios puntos de 7,90 metros de luz y ocho de 4,50 metros. (Fotografía de la época.)



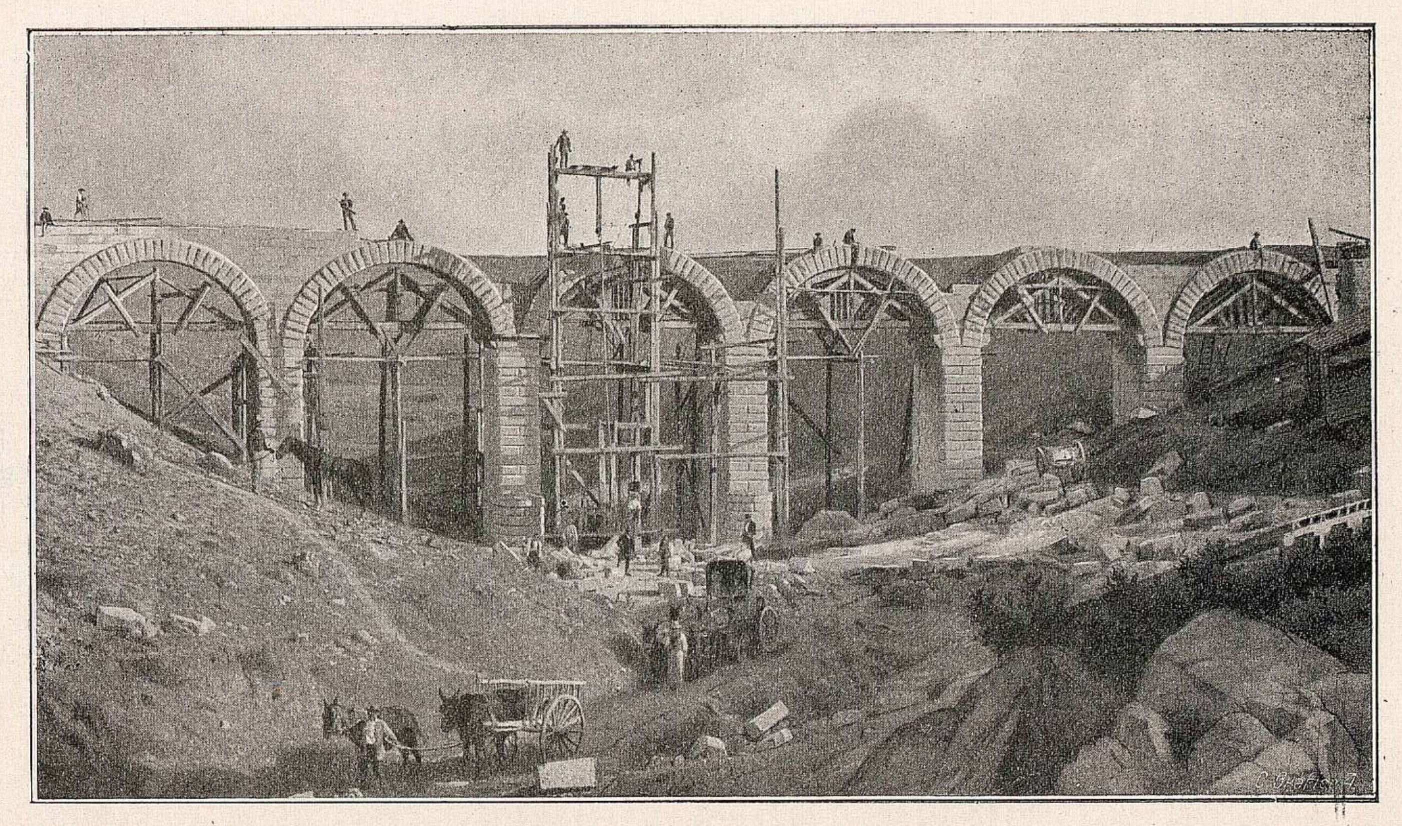
35.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE COLMENAREJO (kilómetro 46).—Longitud, 128,40 metros; altura, 18,84 metros; siete medios puntos de 7,90 metros de luz y ocho de 4,50 metros. (Fotografía de la época.)



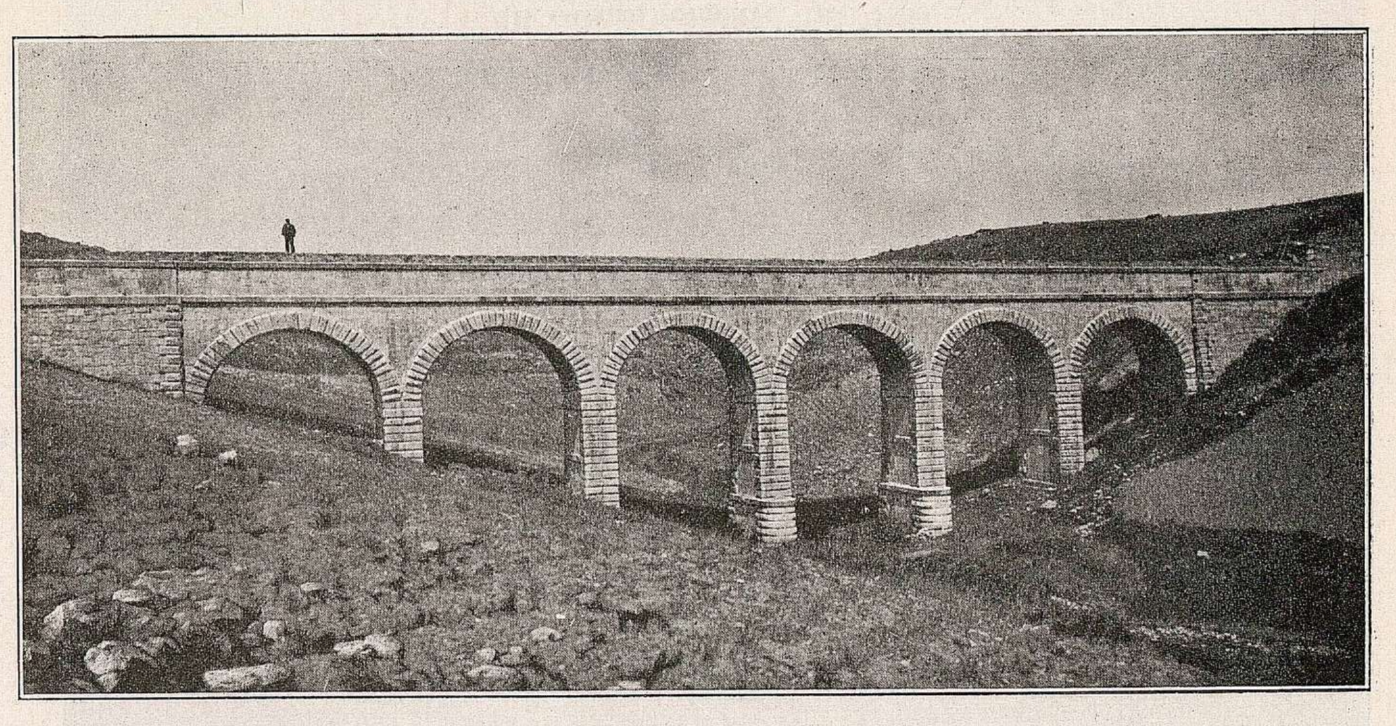
36.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DE COLMENAREJO (kilómetro 46).

37.—Maqueta del acueducto de Colmenarejo.



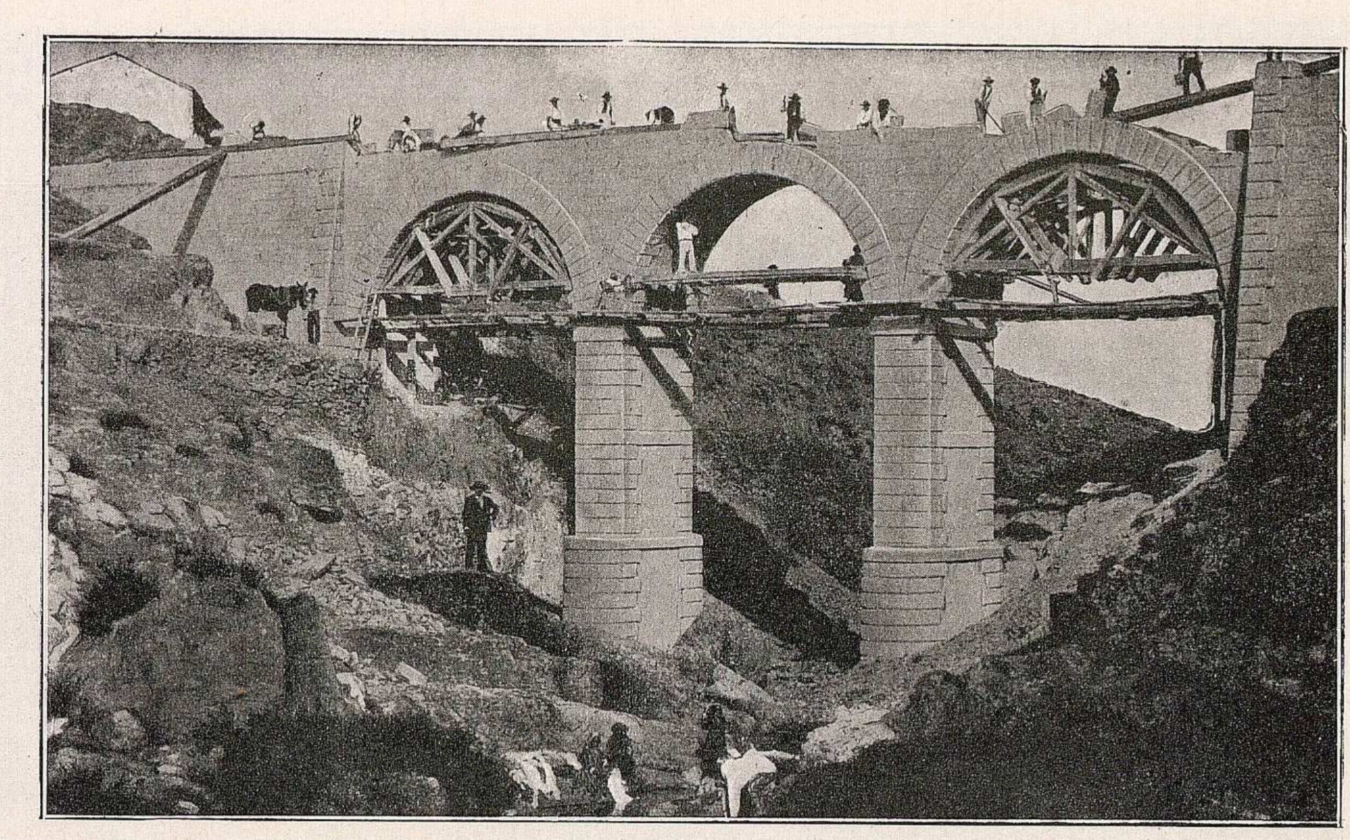
38.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE CABEZA CANA (kilómetro 46).—Longitud, 74,30 metros; altura, 16,10 metros; seis medios puntos de 7,90 metros de luz. (Fotografía de la época.)



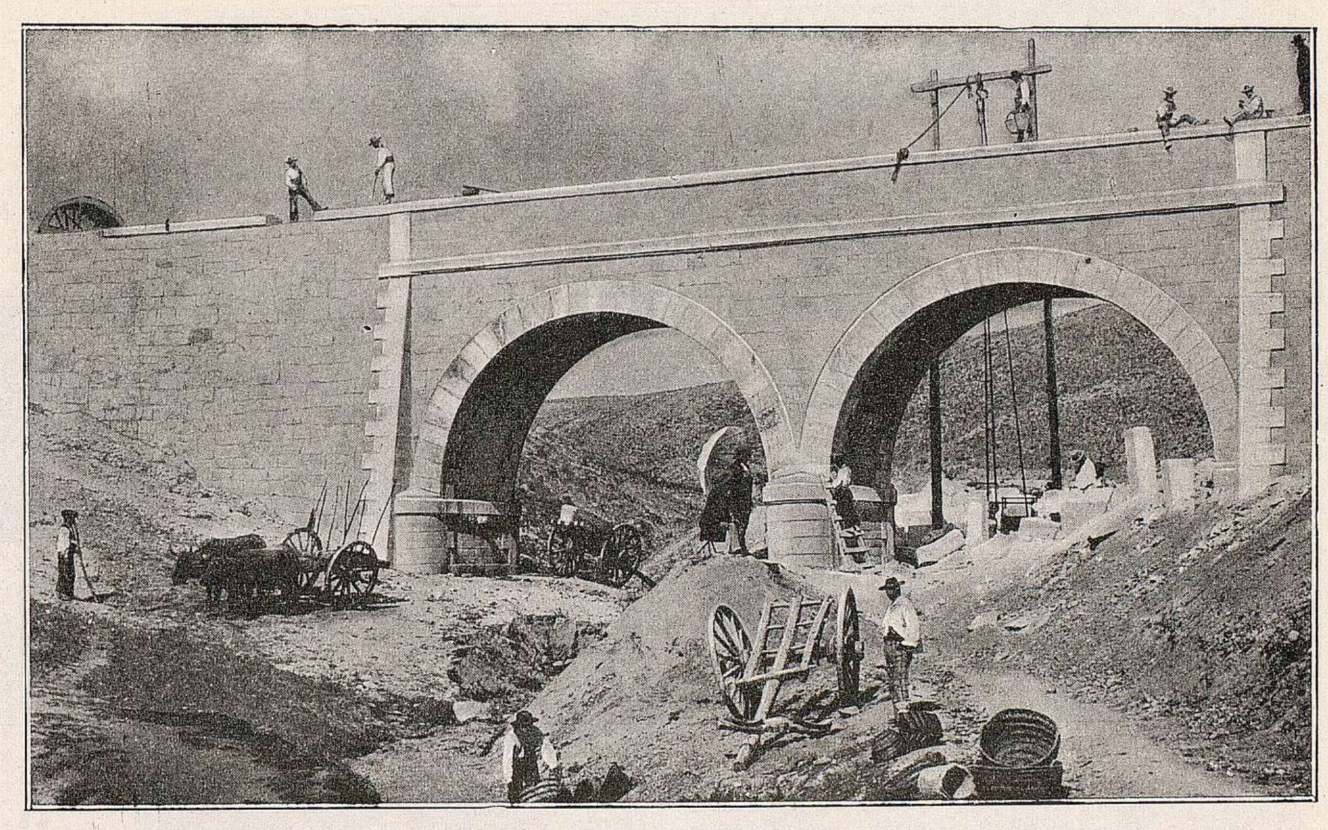
39.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE CABRERA CANA (kilómetro 46).—Longitud, 74,30 metros; altura, 16,10 metros; seis medios puntos de 7,90 metros de luz.



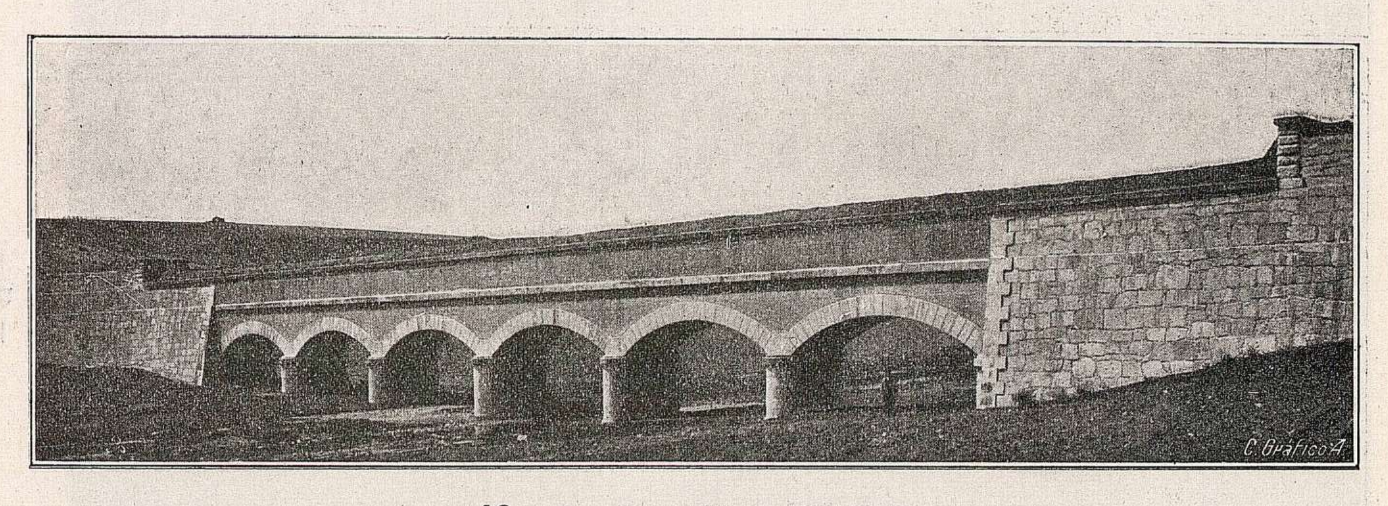
40.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE MOJAPAN (kilómetro 48).—Longitud, 52 metros; altura, 17,80 metros; tres medios puntos de ocho metros de luz. (Fotografía de la época.)



41.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DEL CERRILLO (kilómetro 48).—Longitud, 36,75 metros; altura, 9,85 metros; dos medios puntos de 8,10 metros de luz. (Fotografía de la época.)

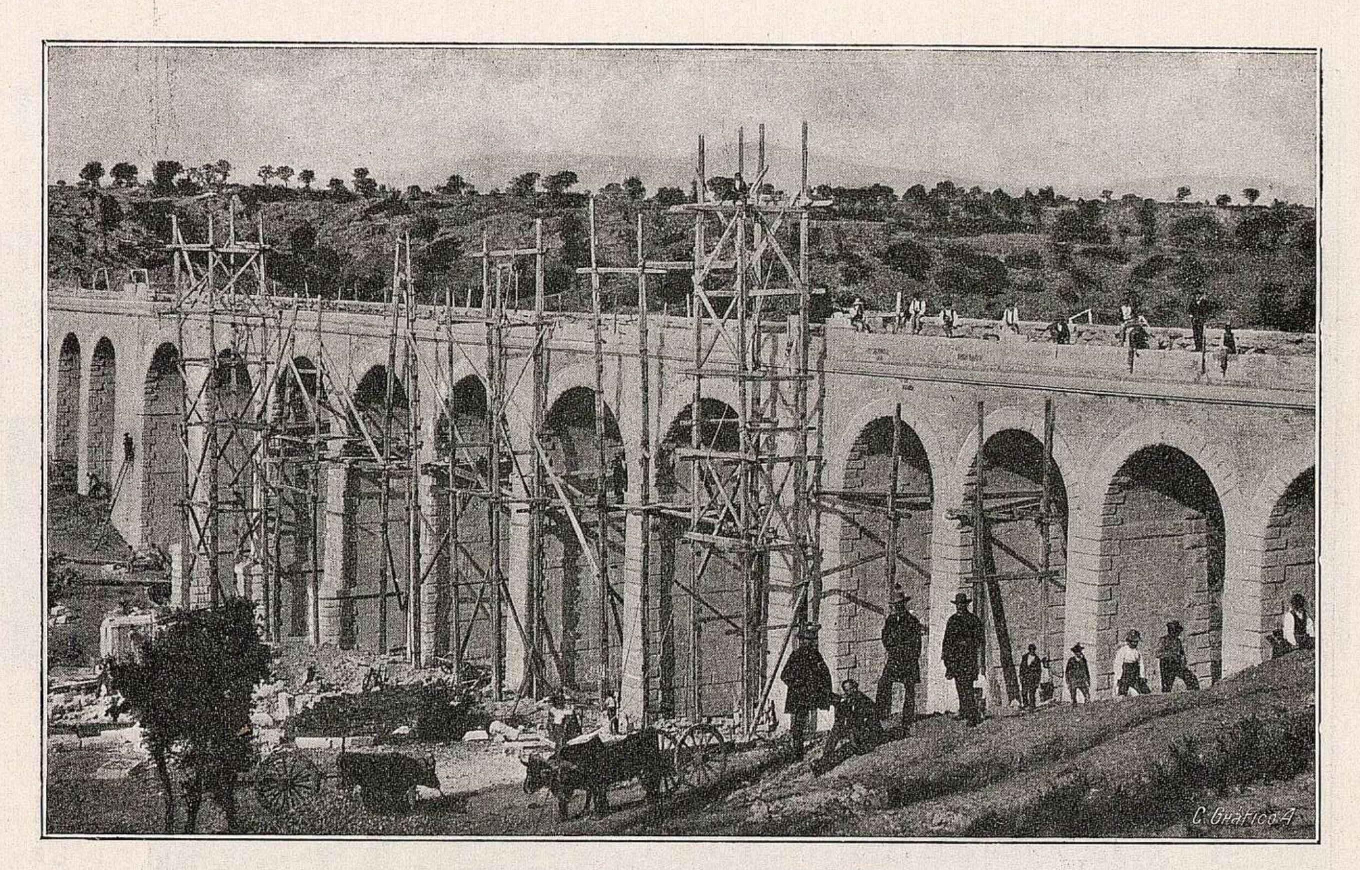


43.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LA PARRILLA (kilómetro 49).—Longitud, 70,60 metros; altura, 8 metros; seis escarzanos de 4,50 metros de luz.

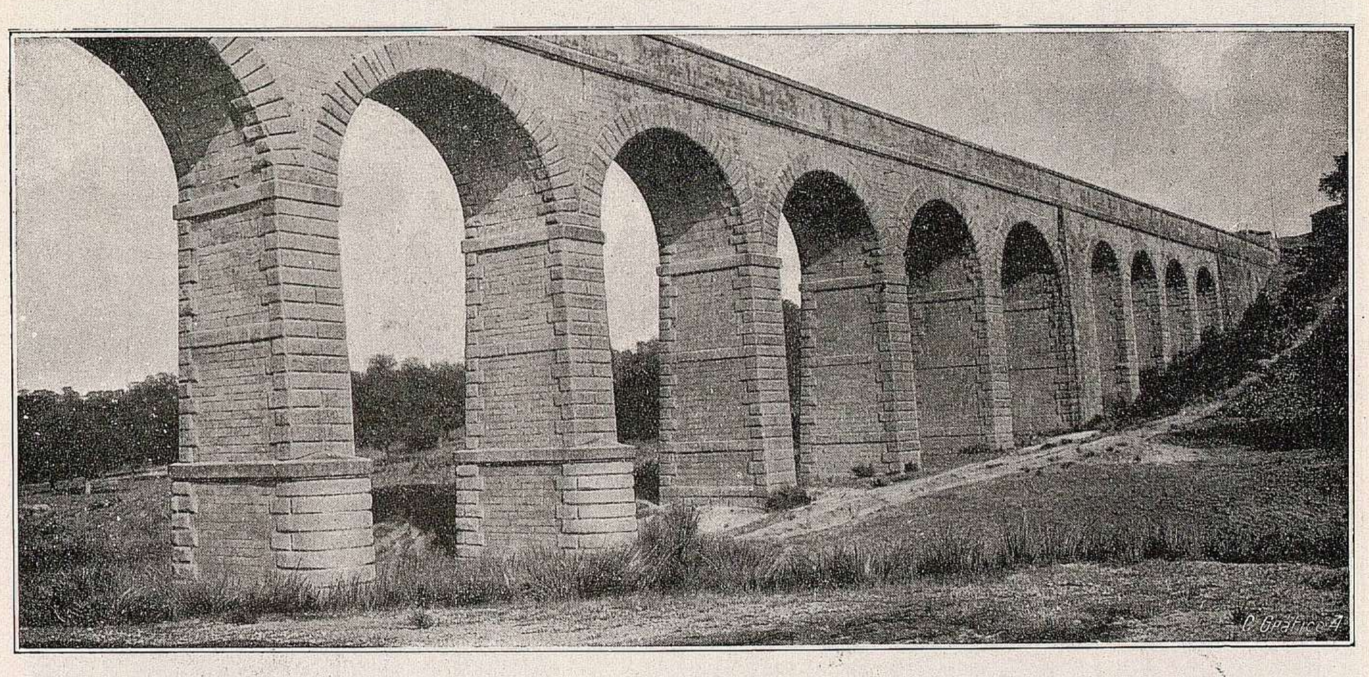
43.—Canal primitivo, 1851-1856.

SIFON DEL BODONAL (kilómetro 56).—Cuatro tuberías de fundición de 0,92 metros de diámetro interior; longitud, 1.410 metros; carga, 38,83 metros.
(Fotografía de la época.)



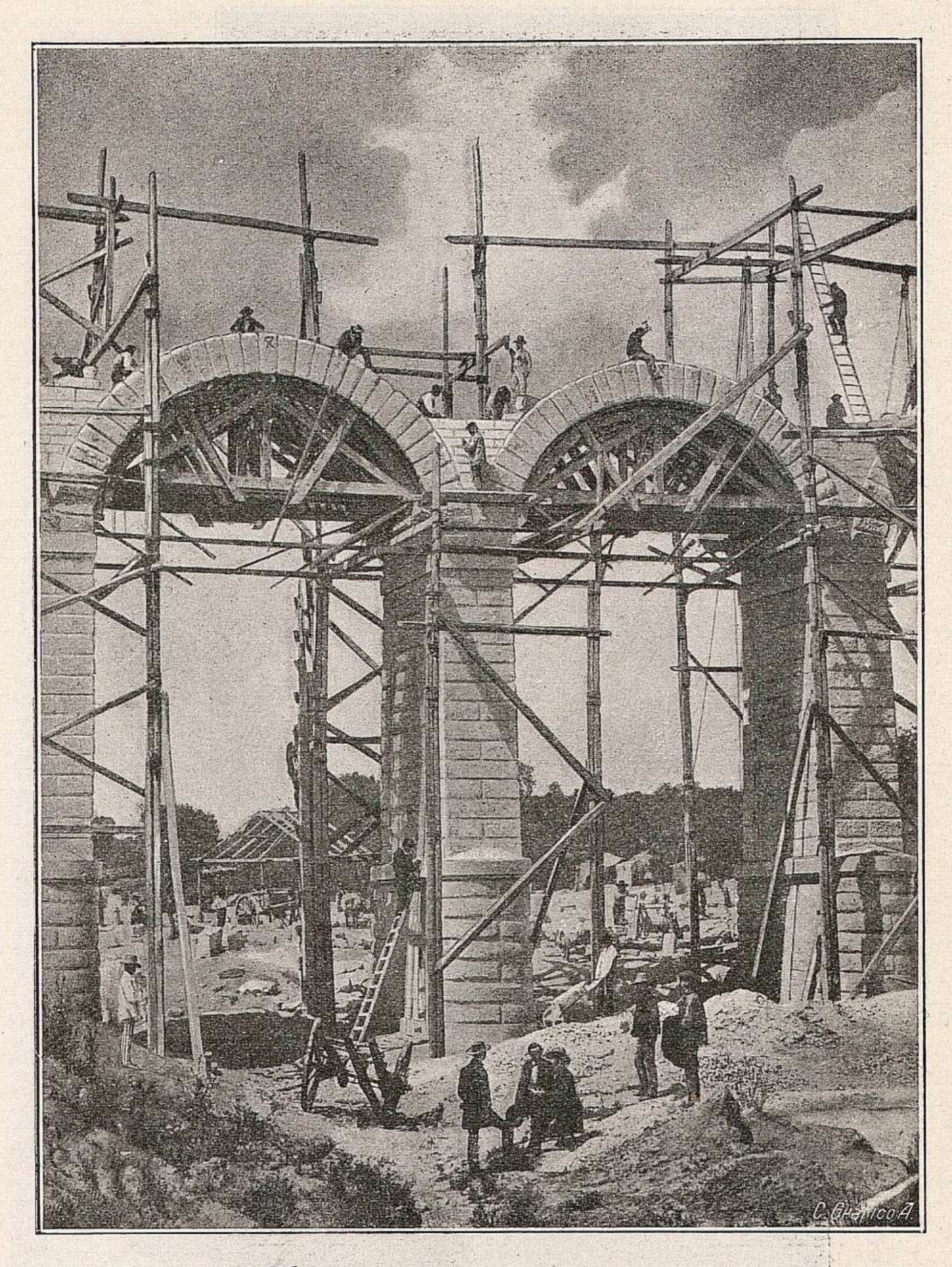
44.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE VALDEALEAS (kilómetro 57).—**Longitud, 152,80 metros; altura, 17,20 metros; siete medios puntos de 7,45 metros de luz y ocho de 5 metros.** (Fotografía de la época.)



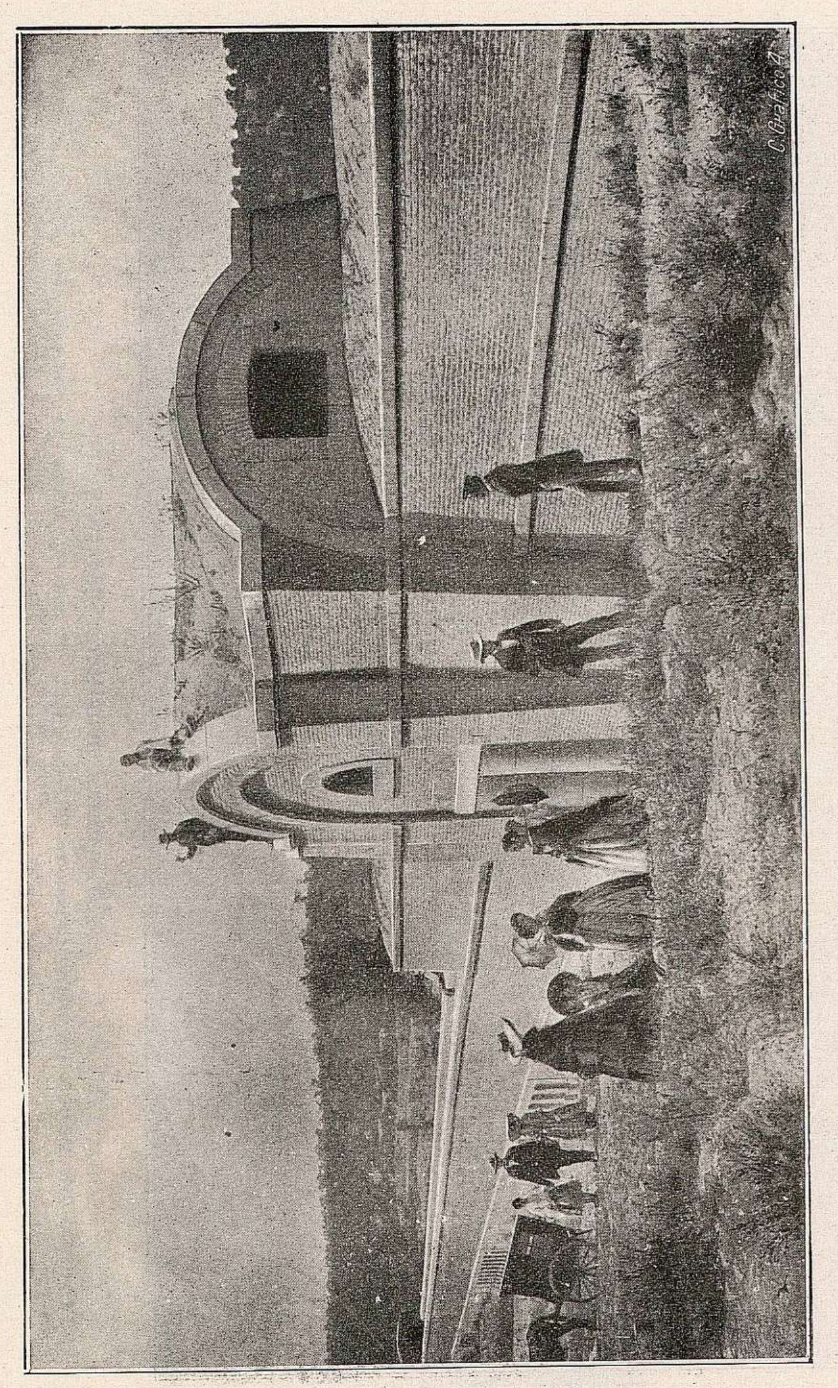
45.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE VALDEALEAS (kilómetro 57).



46.—Canal primitivo, 1851-1856.

UN TROZO DEL ACUEDUCTO DE VALDEALEAS (kilómetro 57).
(Fotografía de la época.)



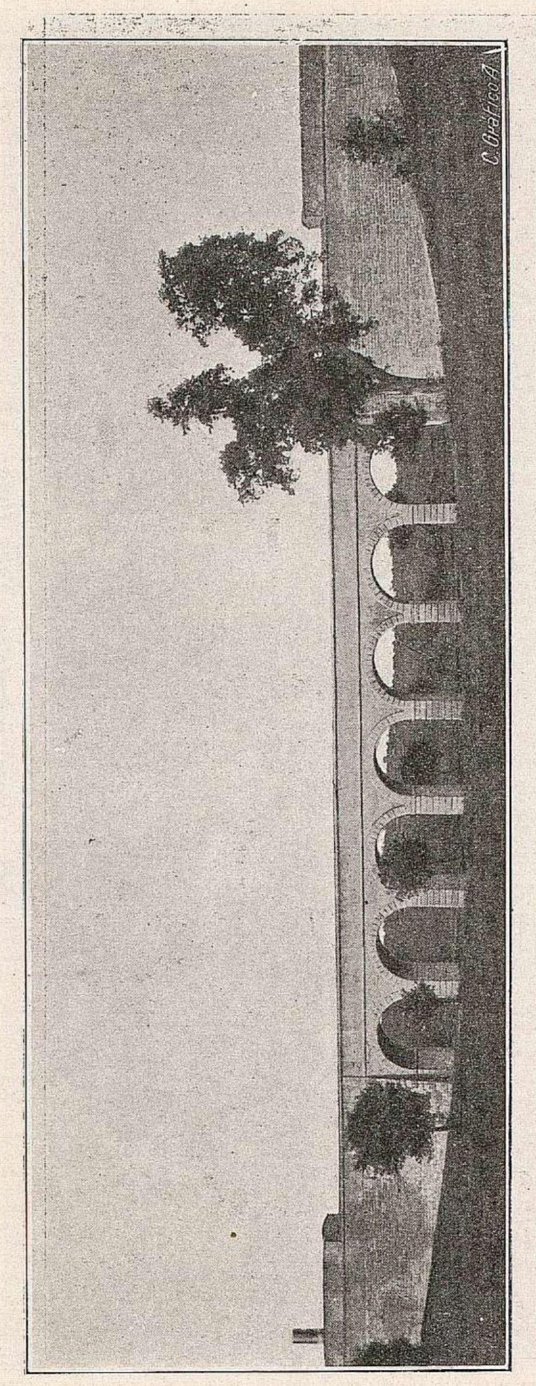
47.—Canal primitivo, 1851-1856.

ALMENARA DE CANTO BLANCO (kilómetro 63). (Fotografía de la época.)

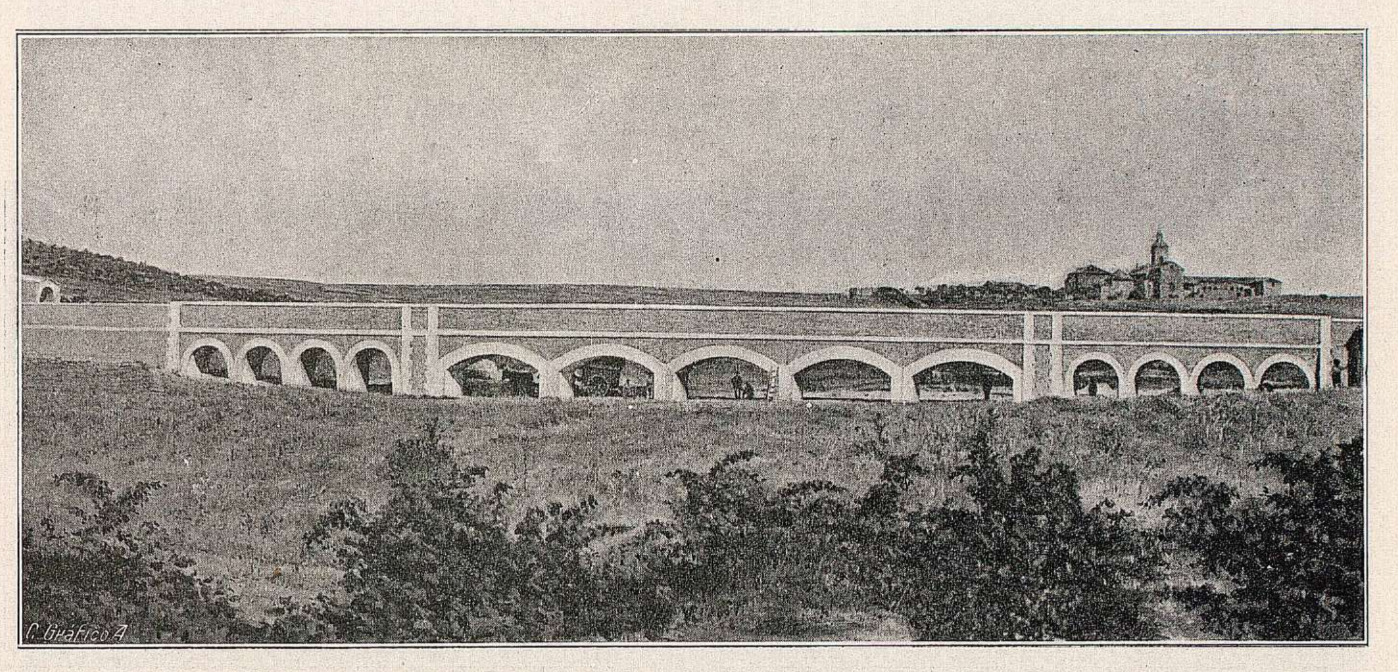


48.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE VALLE GRANDE (kilómetro 64).—Longitud, 70 metros; altura, 10 metros; siete medios puntos de cinco metros de luz. (Fotografía de la época.)

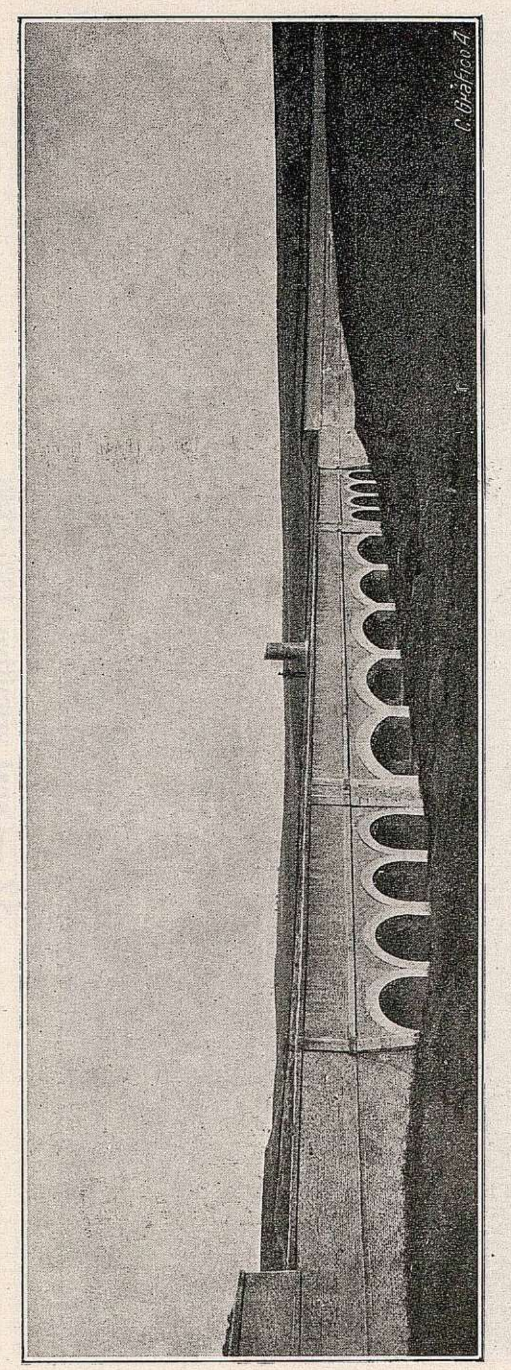


49.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DE VALLEGRANDE (kilómetro 64).

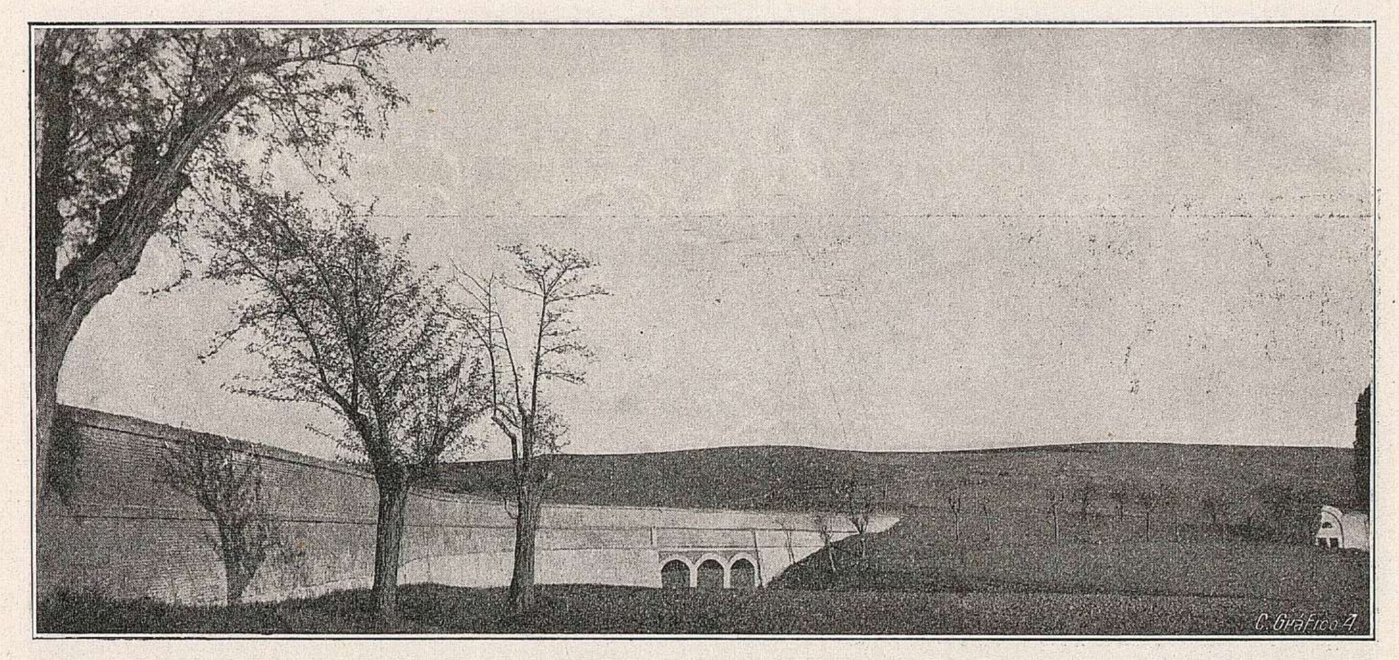


50.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DEL SOTILLO (kilómetro 66).—Longitud, 98 metros; altura, 5,40 metros; ocho medios puntos de 2,20 metros de luz y cinco escarzanos de seis metros de luz. (Fotografía de la época.)

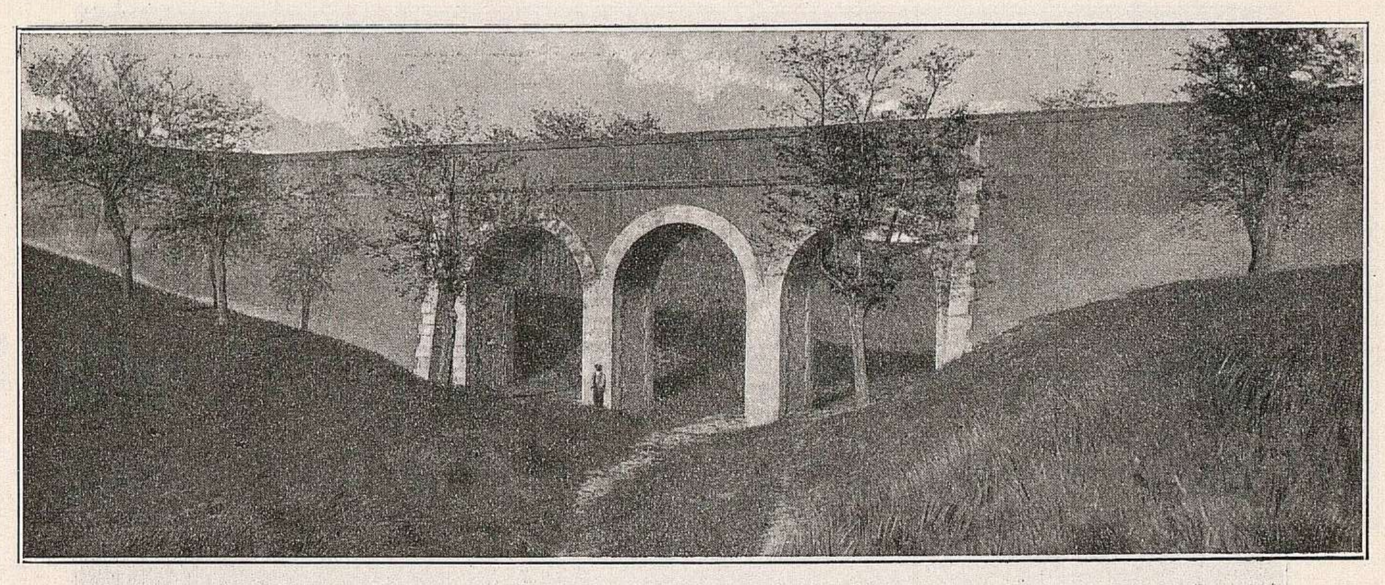


51.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DEL SOTILLO (kilómetro 66).



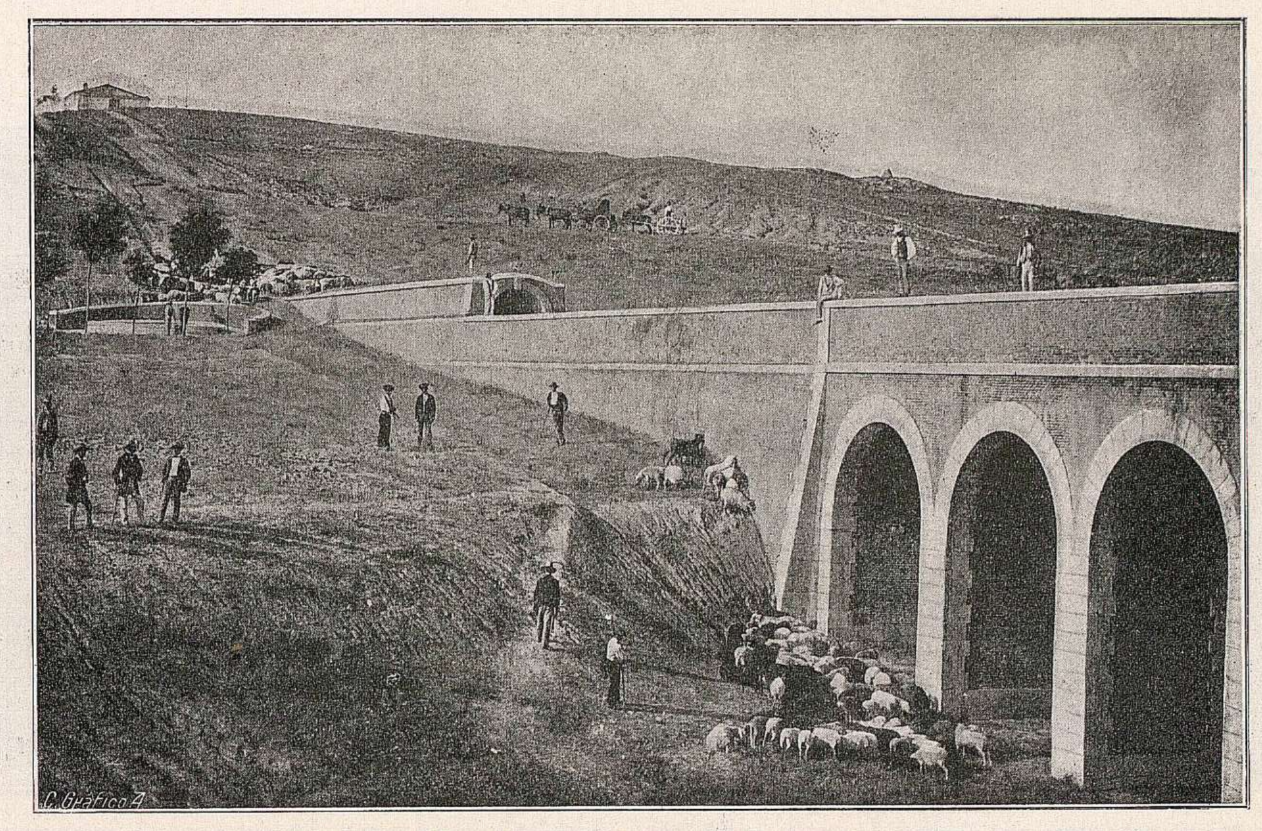
52.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE CLAUDIETA (kilómetro 71).—Longitud, 16,20 metros; altura, 8 metros; tres escarzanos de 4,20 metros de luz.



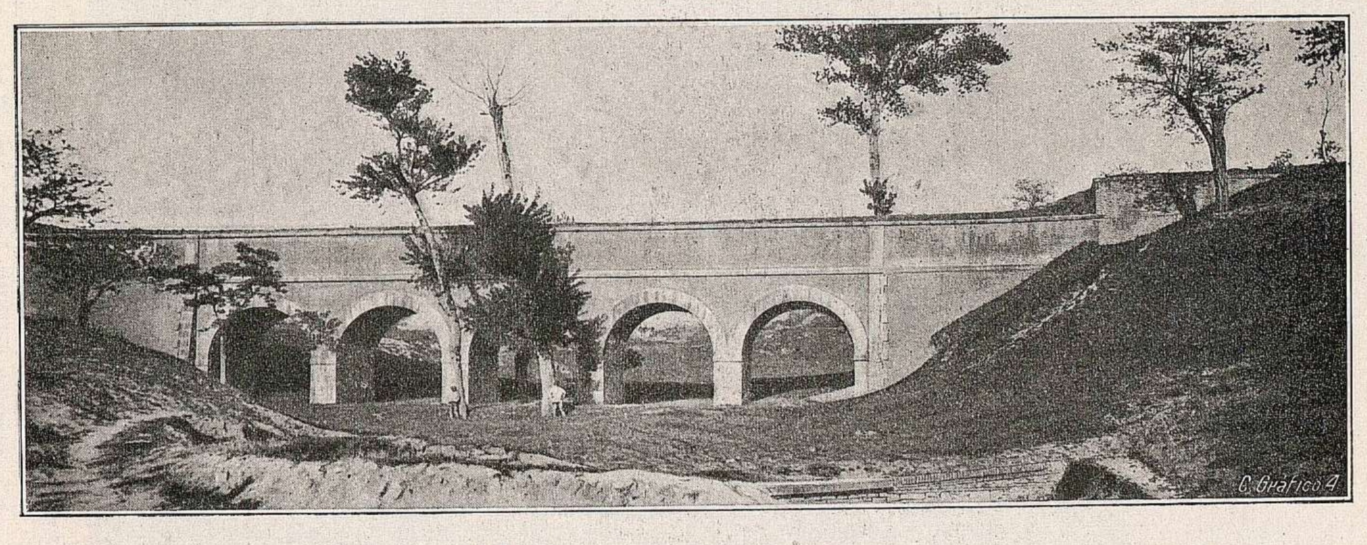
53.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE VALDEPERALES (kilómetro 71).—**Longitud, 90,25 metros; altura, 9,20 metros; tres medios puntos de 5,10 metros de luz.**



54.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE LOS PINOS (kilómetro 72).—Longitud, 72,85 metros; altura, 7,35 metros; cinco medios puntos de 4,55 metros de luz. (Fotografía de la época.)



55.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE VALDEACEDERAS (kilómetro 73).—Longitud, 47,10 metros; altura, 7,30 metros; cinco medios puntos de 4,50 metros de luz.

56.—Canal primitivo, 1851-1856.

ALMENARA DEL OBISPO (kilómetro 74).

(Fotografía de la época.)

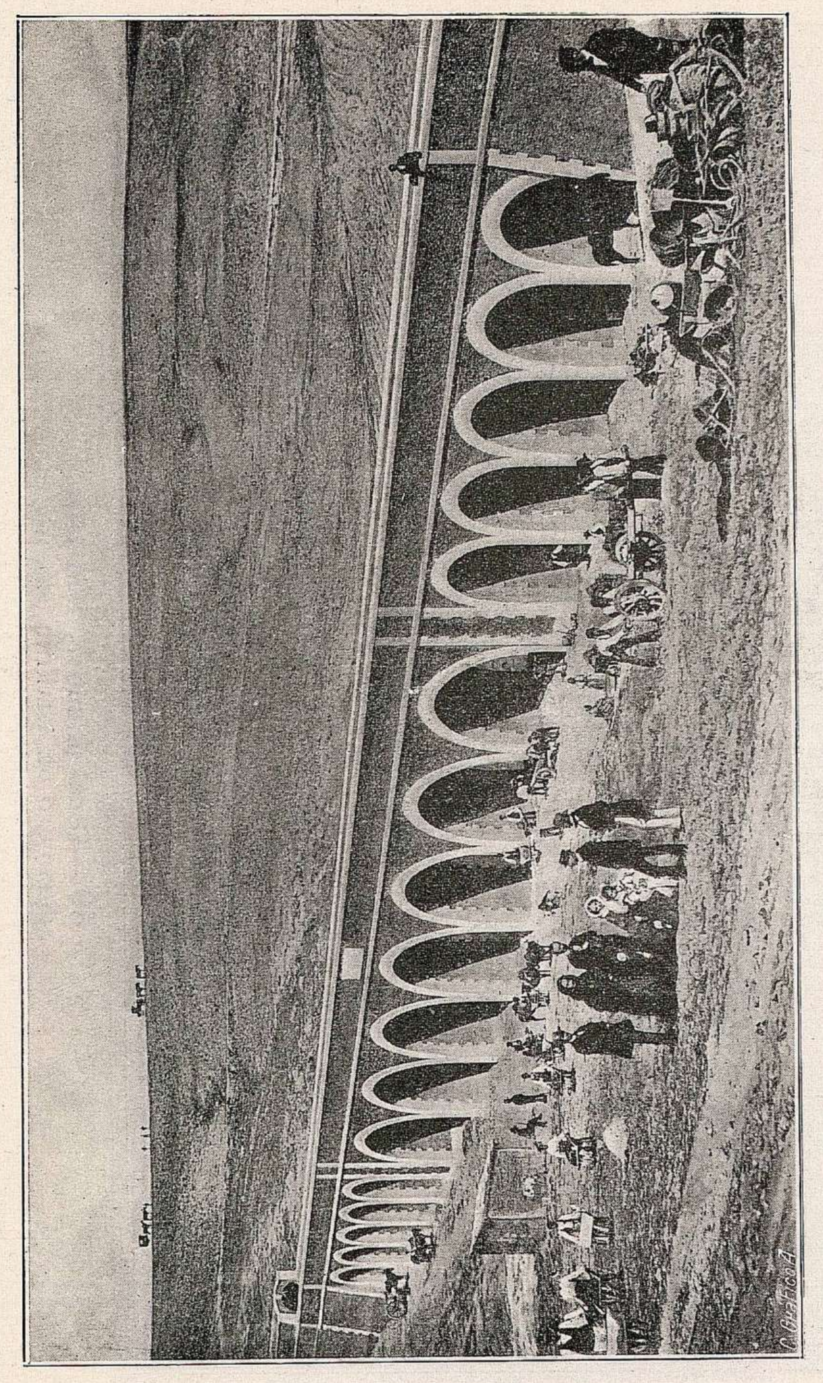
57.—Canal primitivo, 1851-1856.

ALMENARA DEL OBISPO (kilómetro 74).

58.—Canal primitivo, 1851-1856.

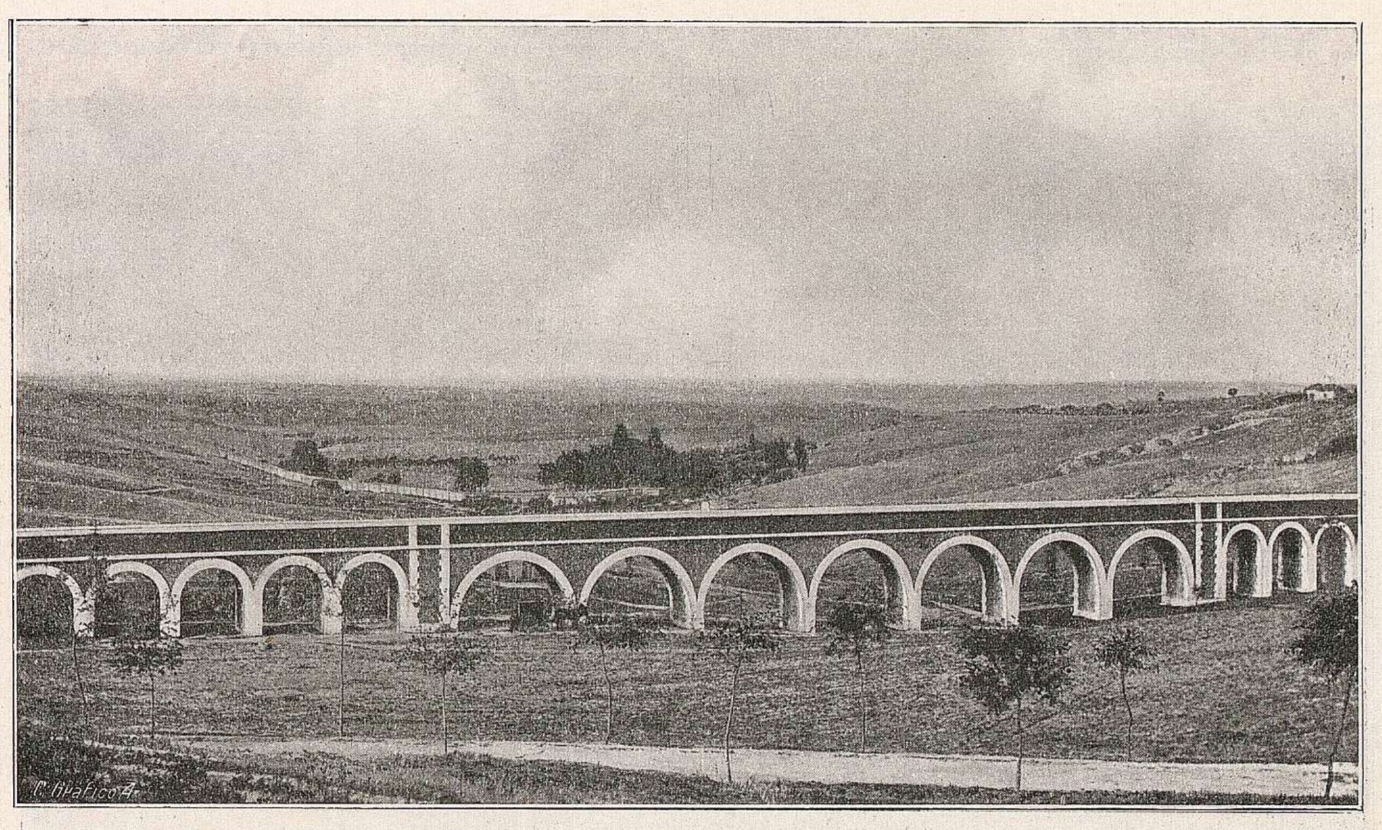
ALMENARA DEL OBISPO (kilómetro 74).





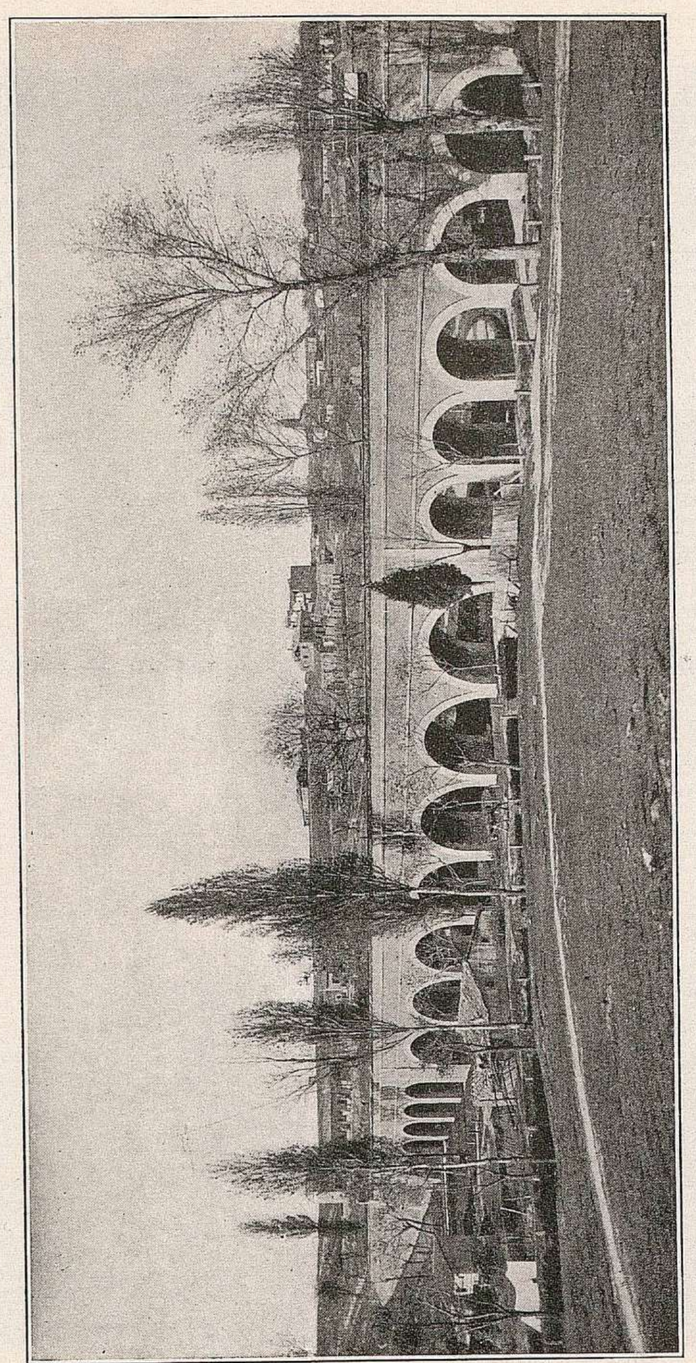
59.—Canal primitivo, 1851-1856.

ACUEDUCTO DE AMANIEL (kilómetro 75).—Longitud, 235 metros; altura, 9,50 metros; siete medios puntos de ocho metros de luz y diez de cuatro metros. (Fotografía de la época.)



60.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DE AMANIEL (kilómetro 75).

(Fotografía de la época.)



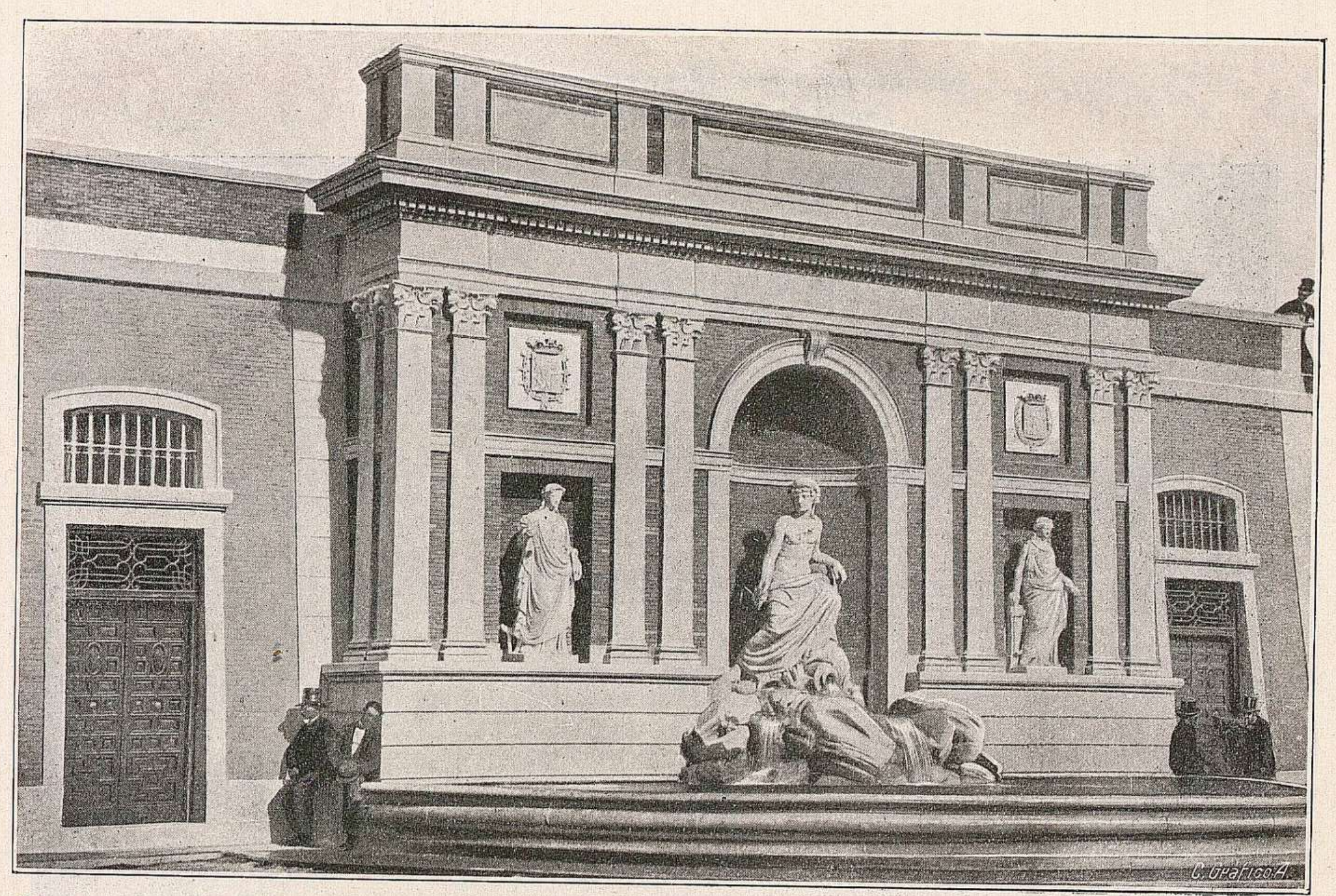
61.—Canal primitivo, 1851-1856.
ACUEDUCTO DE AMANIEL (kilómetro 75).

62.—Maqueta del Partidor de las aguas del canal primitivo, en Madrid.

63.—Canal primitivo, 1851-1856.

PARTIDOR DE LAS AGUAS, en Madrid (kilómetro 76).





64.—Primer depósito de agua en Madrid, capaz para 8.000 metros cúbicos, 1851-1856. (Fuera de uso).

Fuente mural, representativa del abastecimiento con agua del río Lozoya.



65.—Primer depósito.

DETALLE DE LA FONTANA

66.—Plano original de la fontana.

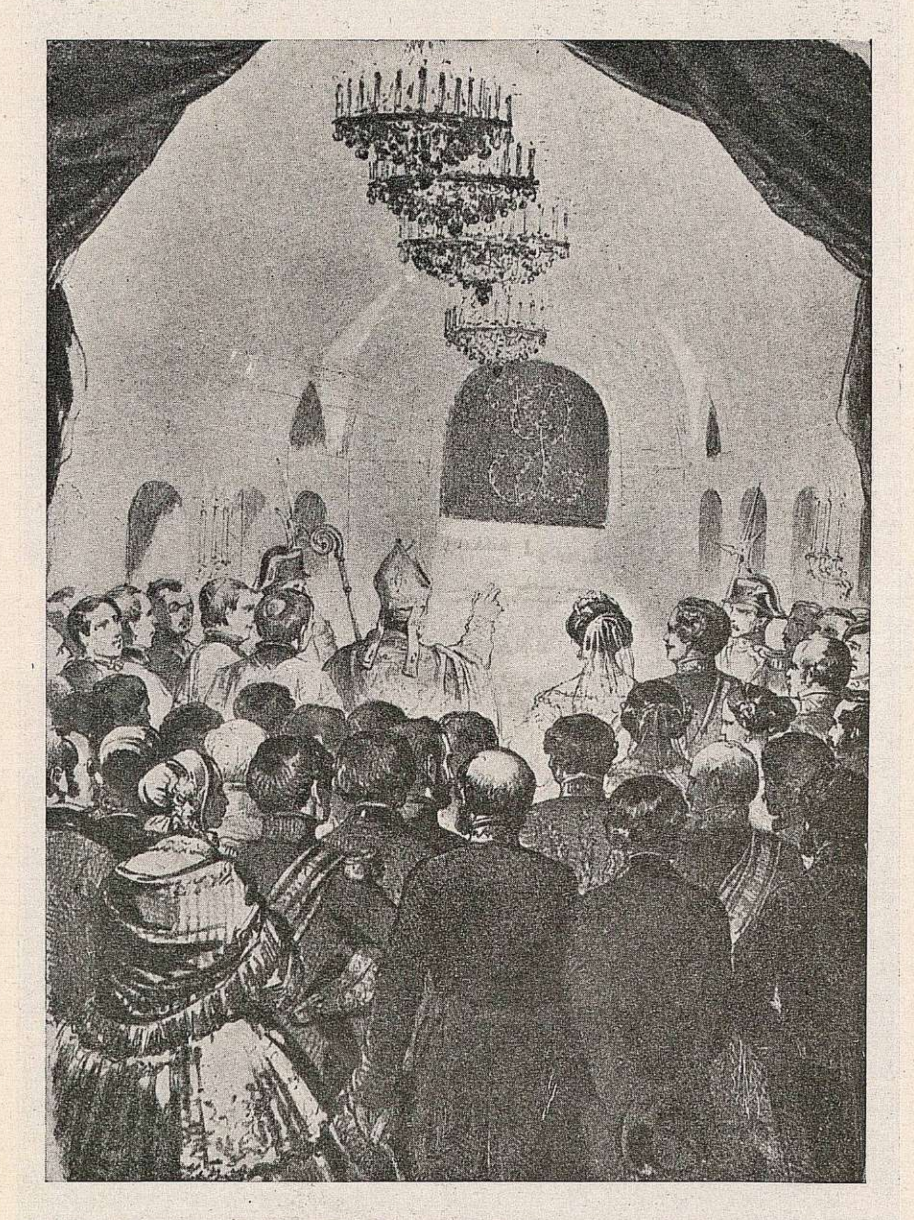
67.—Modelo de la escultura del río Lozoya.

68.—Maqueta del primer depósito.

RED PRIMITIVA DE DISTRIBUCION.—1856.

69.—Maqueta de la arteria de las calles de Fuencarral, Montera, Carretas y Atocha (trozo Carretas-Atocha).

70.—Maqueta del cruce de la arteria de Fuencarral-Atocha con la arteria de las calles Mayor y San Jerónimo, en la Puerta del Sol.



20 DE NOVIEMBRE DE 1856.—Bendición de las aguas a la llegada al primer depósito, en el Campo de Guardias.

(De litografía de la época.)



24 DE JUNIO DE 1858.—Inauguración del abastecimiento. Fuente monumental en lo alto de la calle Ancha de San Bernardo.
(Fotografía de la época.)

24 DE JUNIO DE 1858.—Inauguración del abastecimiento. Fuente de la calle Ancha de San Bernardo. A la derecha, la tribuna real.
(De litografía de la época.)

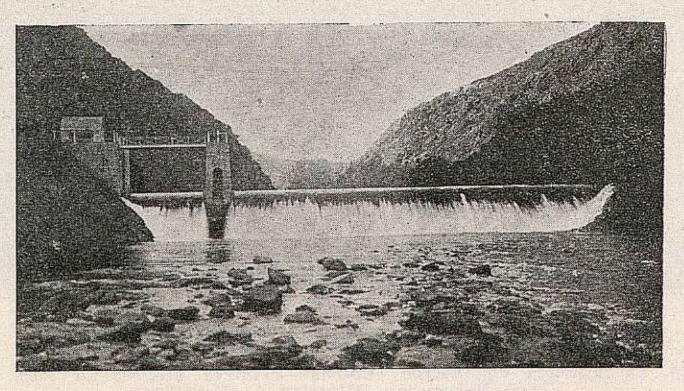


Primera oficina del Canal de Isabel II, en Madrid (parque del primer depósito), destinada actualmente a laboratorios del Canal.—1856.

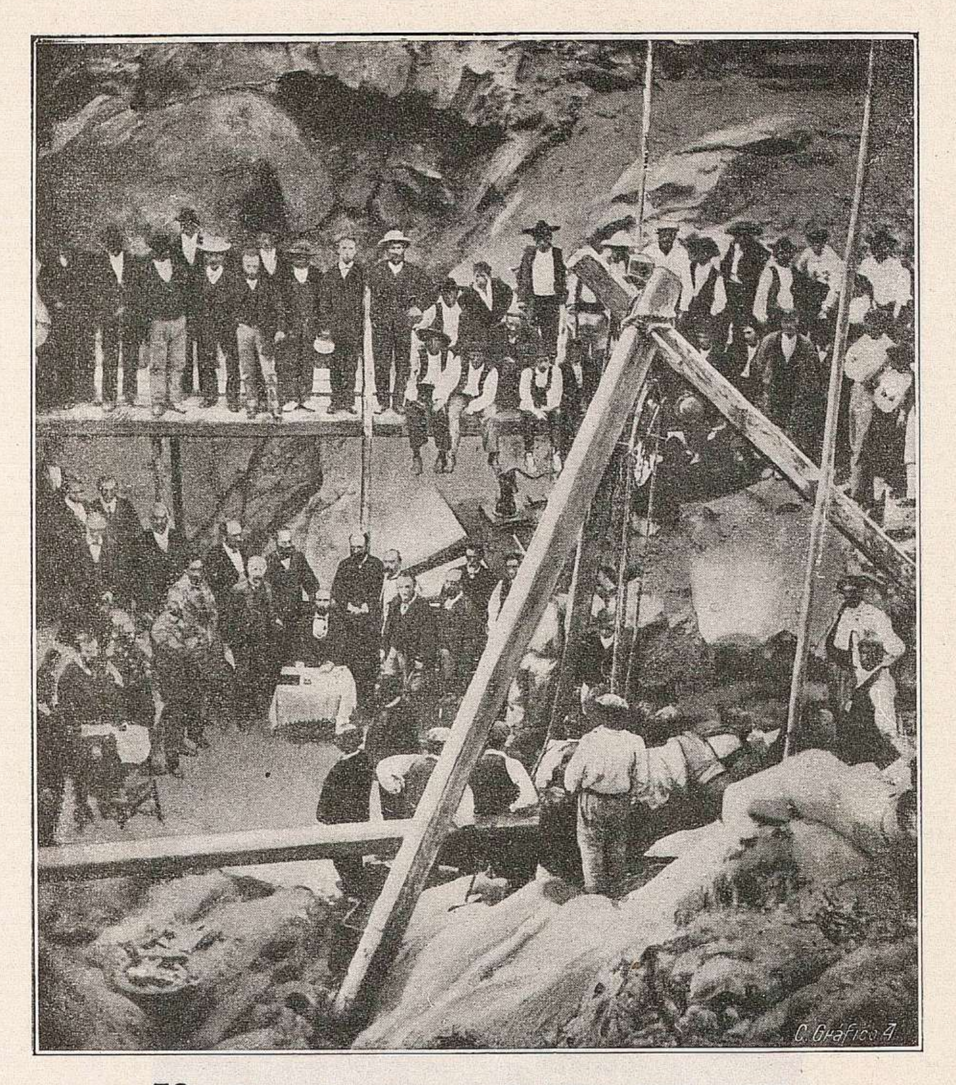
OBRAS E INSTALACIONES
Segunda época, 1867 a 1907.

Presa de derivación de La Parra.—Presa de embalse de El Villar. — Segundo depósito de agua en Madrid.

* * *

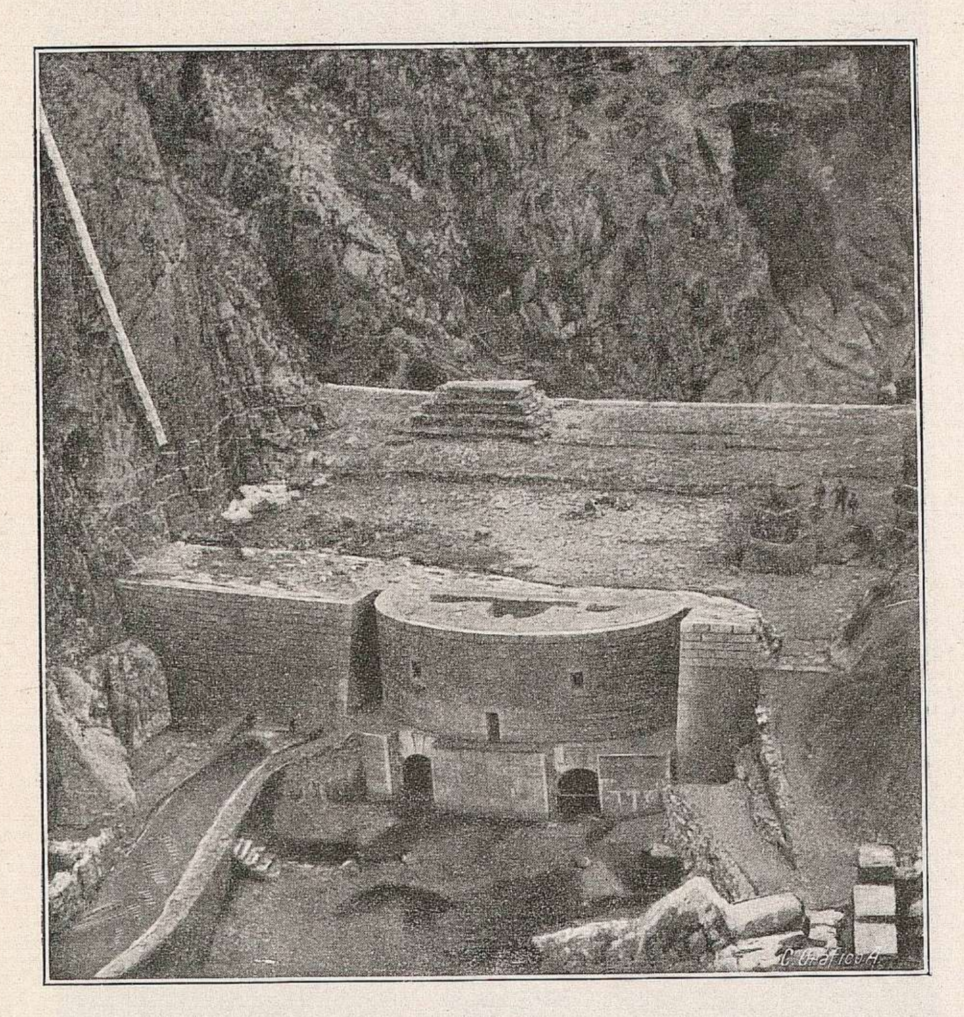


PRESA DE DERIVACION DE LA PARRA, para el canal primitivo, un kilómetro agua arriba de la primera presa de derivación, en Navalejos.—1903.



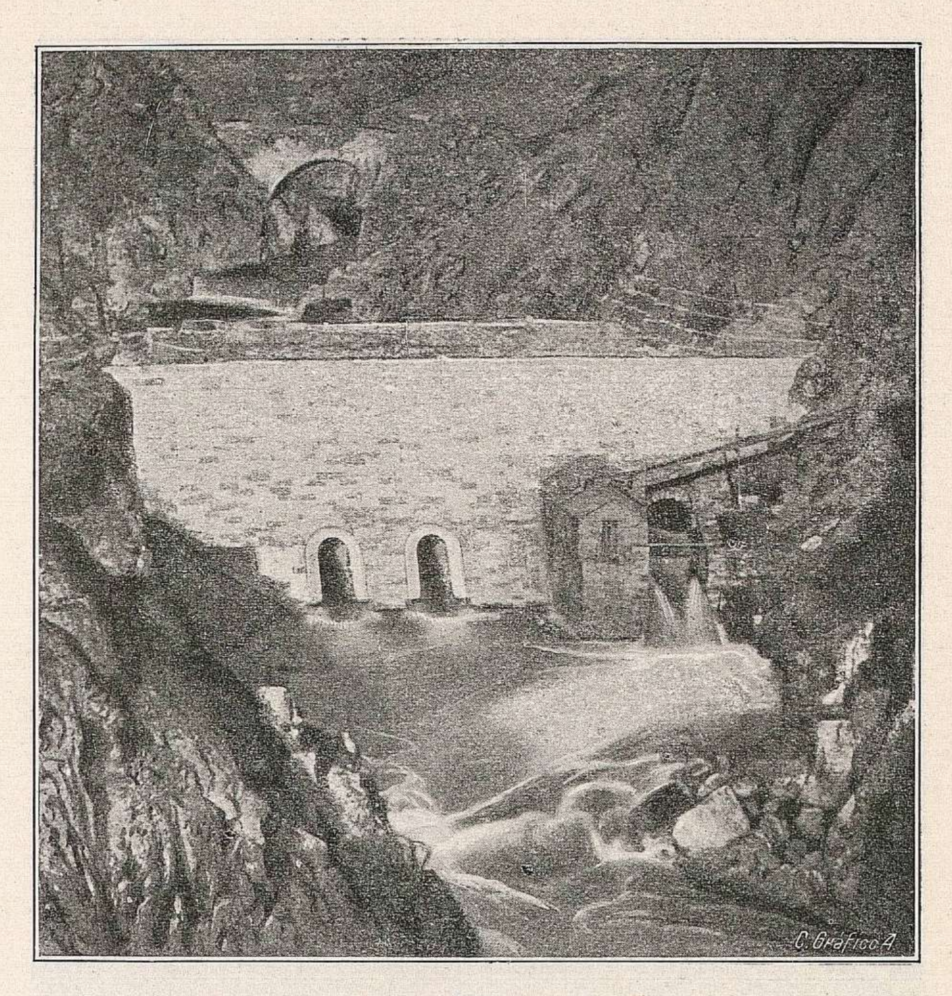
72.—Presa de embalse de El Villar, 1869 a 1882.

Capacidad, 22 millones de metros cúbicos.—Primera piedra, en 1869, por don José Echegaray, Ministro de Fomento.



72

PRESA DE EL VILLAR.—**Base, agua arriba.**



72

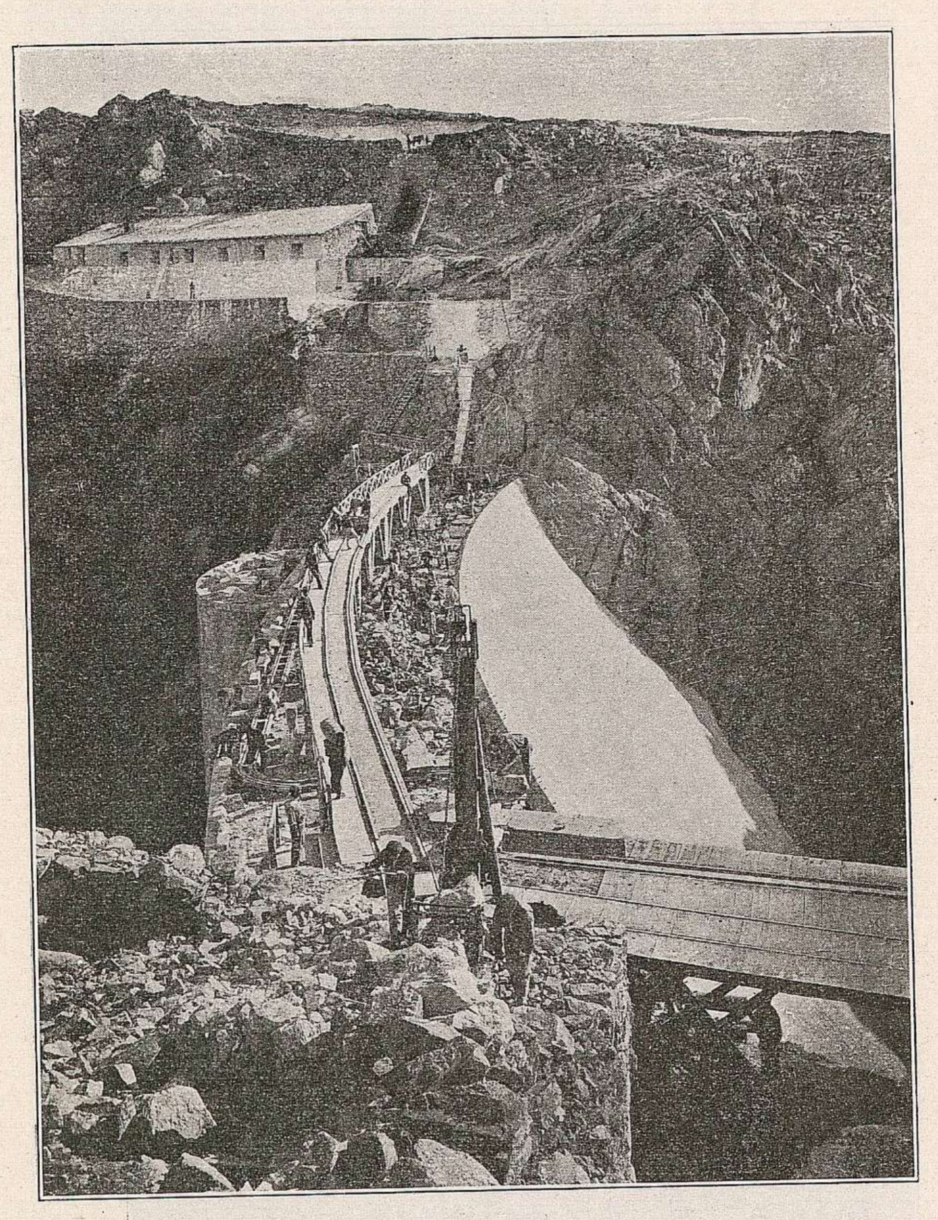
PRESA DE EL VILLAR.—Base, agua abajo.

72

PRESA DE EL VILLAR

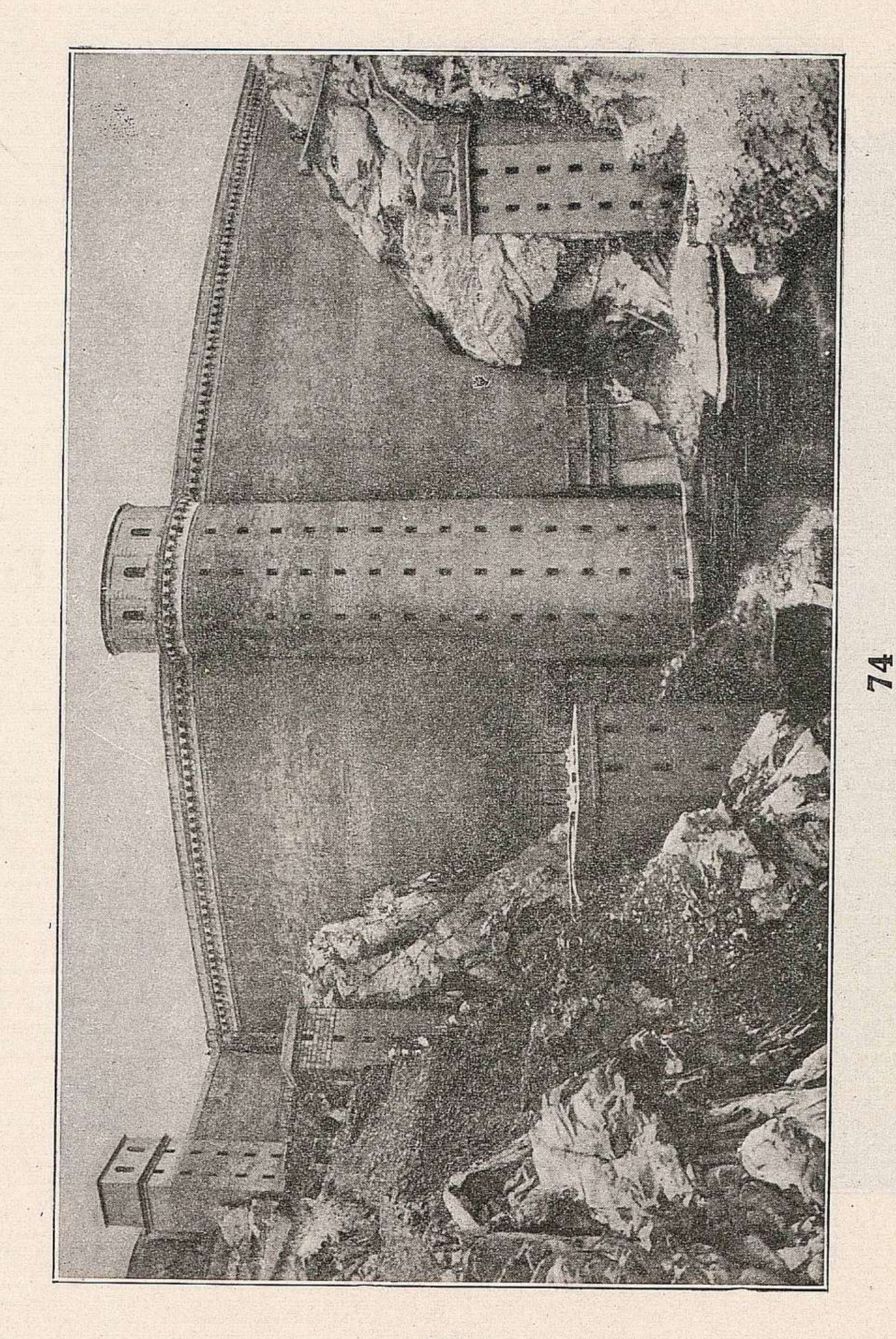
73

PRESA DE EL VILLAR



73

PRESA DE EL VILLAR, 1879.



74

PRESA DE EL VILLAR.—Agua arriba.—Longitud, 102 metros; altura, 55,55 metros.

75.—PRESA DE EL VILLAR.—Aliviadero. Longitud, 56 metros; altura, 3,10 metros; ocho escarzanos de 6,30 metros de luz. Embalse hasta el umbral del aliviadero, 22 millones de metros cúbicos; con alza en el aliviadero, 24 millones de metros cúbicos, y longitud de 10 kilómetros; por debajo de la toma del canal transversal, 1,3 millones de metros cúbicos.

* * *

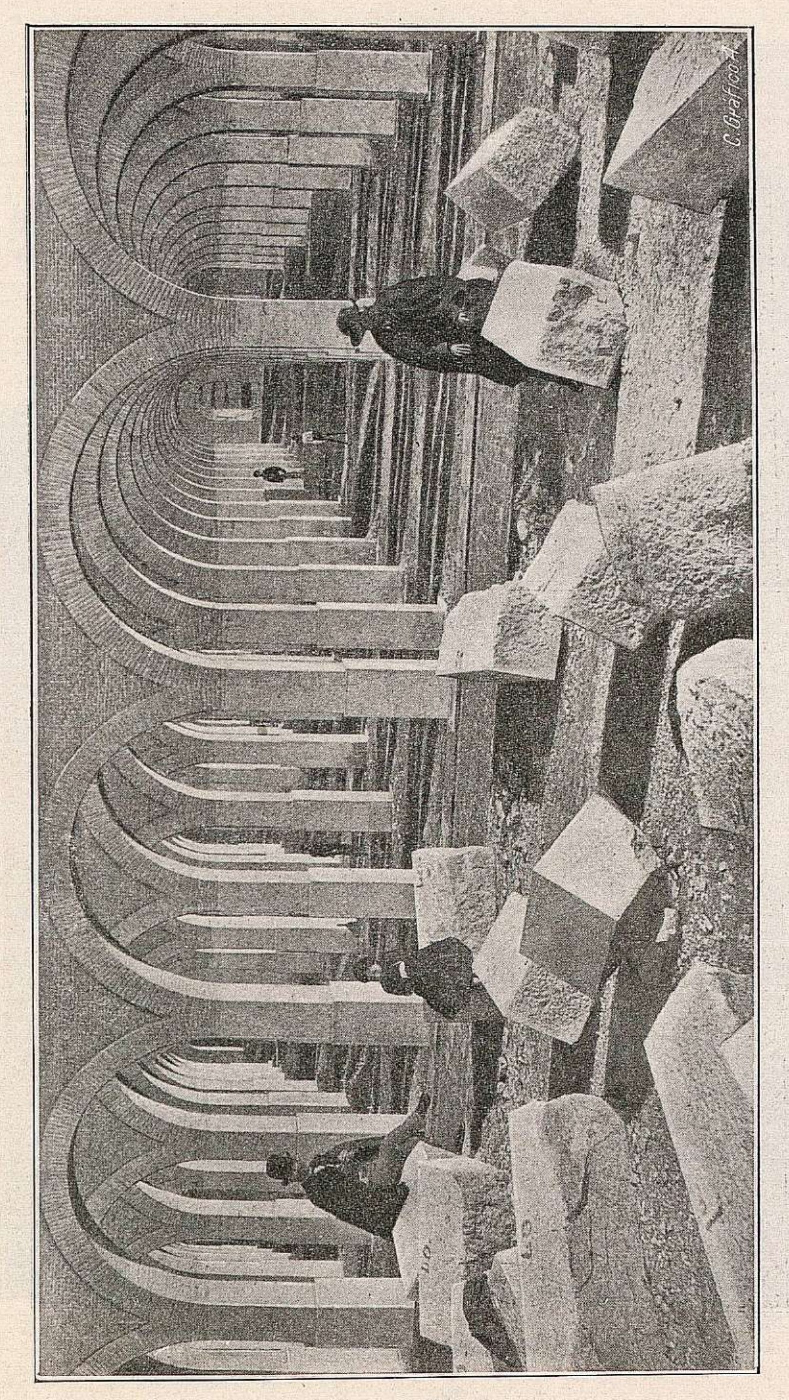
76.—Maqueta de la presa de El Villar.

77 a 82.—**Segundo depósito de agua en Madrid, 1879. Siete maquetas en seis grupos.**

* * *

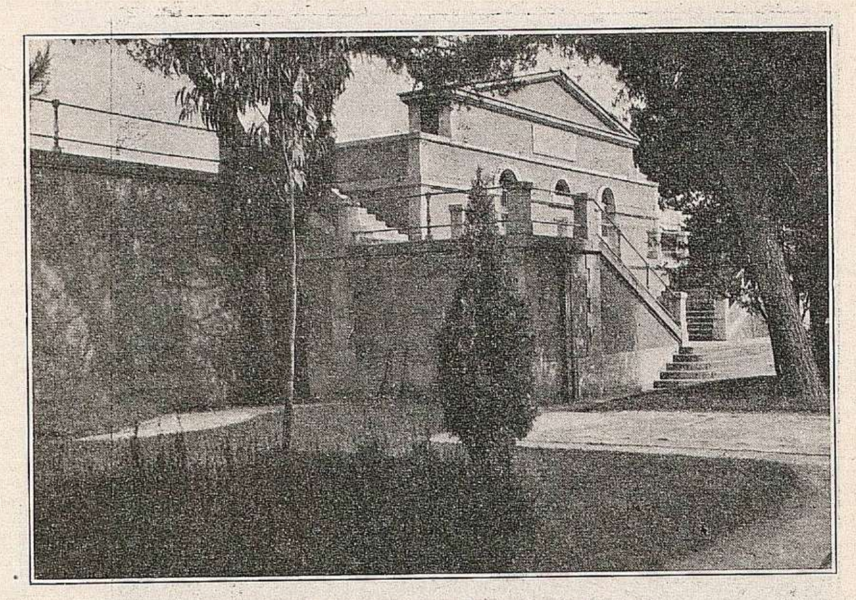
83.—**SEGUNDO DEPOSITO**, capaz para 133.000 metros cúbicos.—Antes de cubrirle.



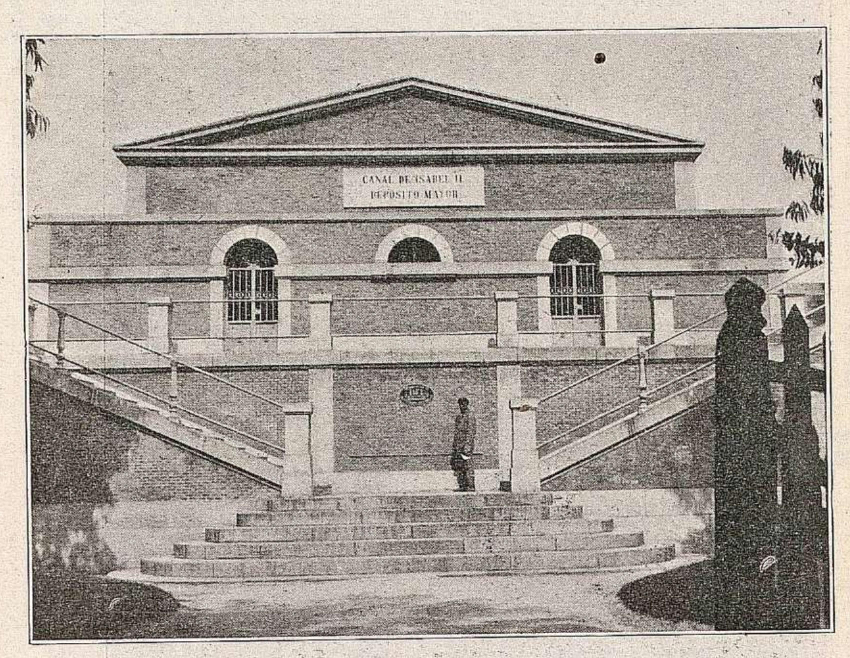


84

SEGUNDO DEPOSITO.—Interior.



SEGUNDO DEPOSITO.—Escalinata lateral.

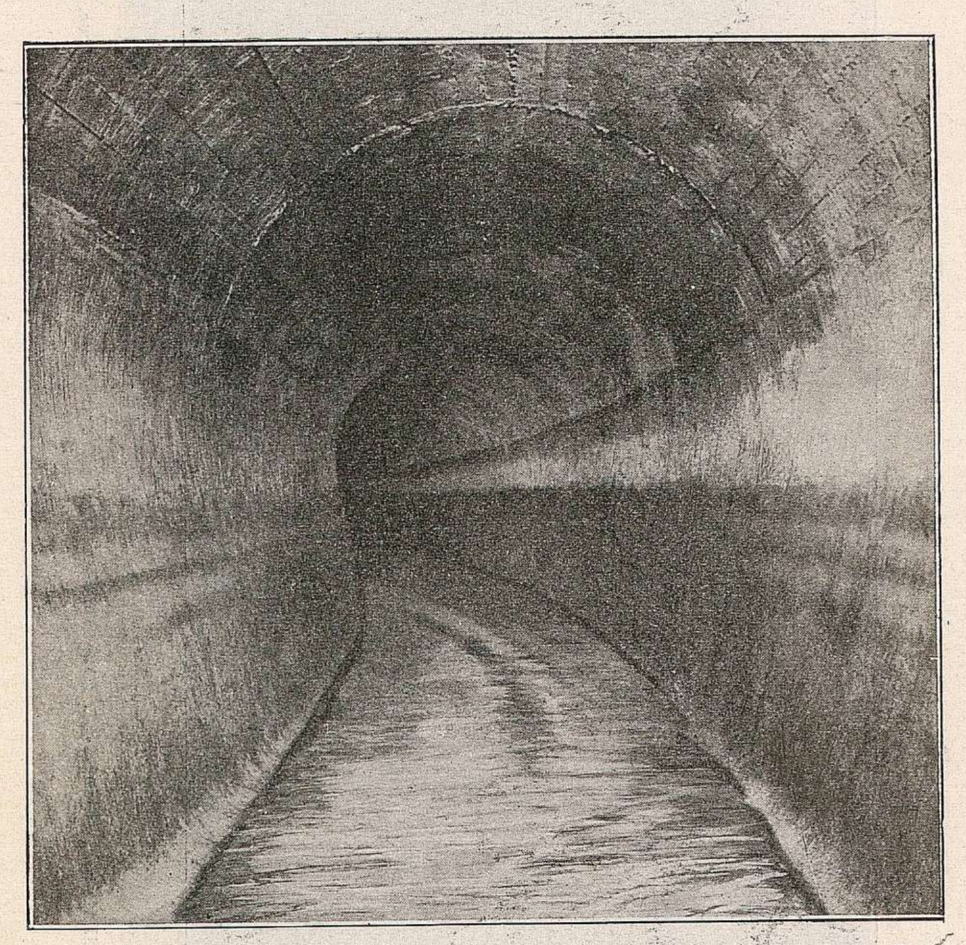


SEGUNDO DEPOSITO.—Escalinata lateral.

OBRAS E INSTALACIONES
Tercera época, 1907 a 1928.

86.—Maqueta de la primera arteria del barrio de Salamanca, por las calles de Santa Engracia, Caracas y Marqués de Riscal, paseo de la Castellana y calle de Ayala, 1911.

* * *

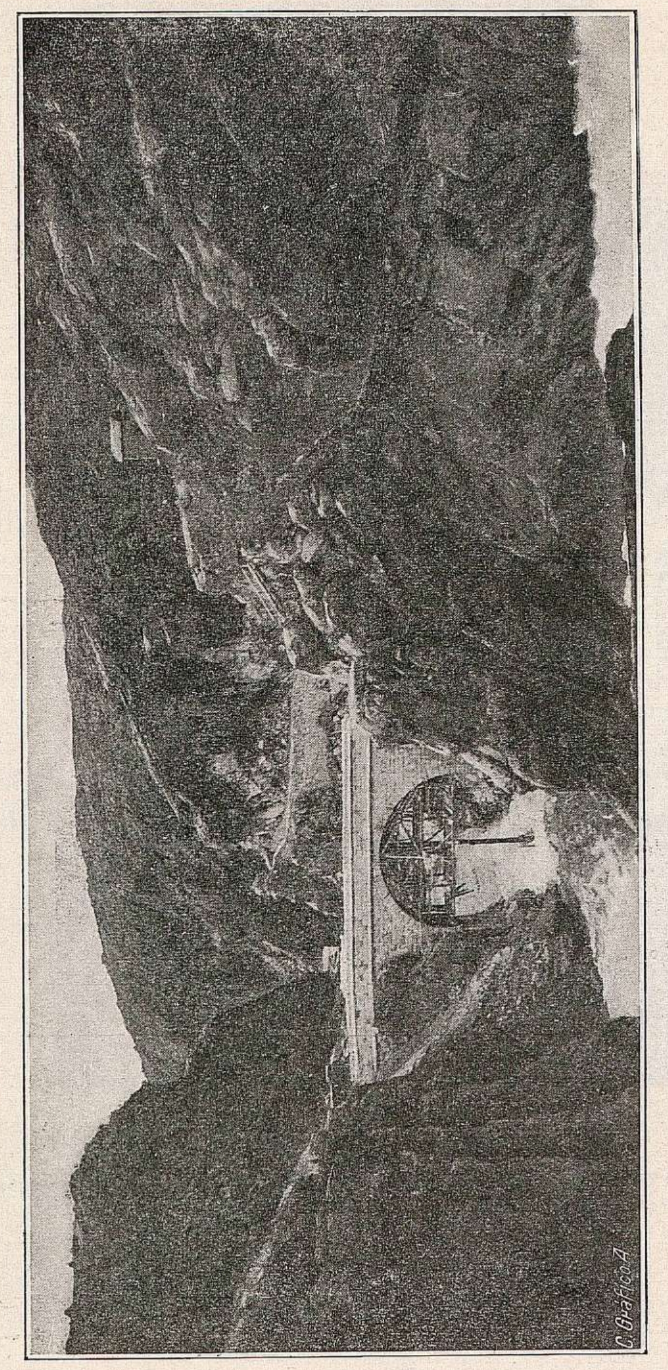


CANAL TRANSVERSAL, capaz para ocho metros cúbicos por segundo, derivado en la presa de El Villar. Longitud, 24 kilómetros.—1911-1912.

87.—Canal transversal, 1912.

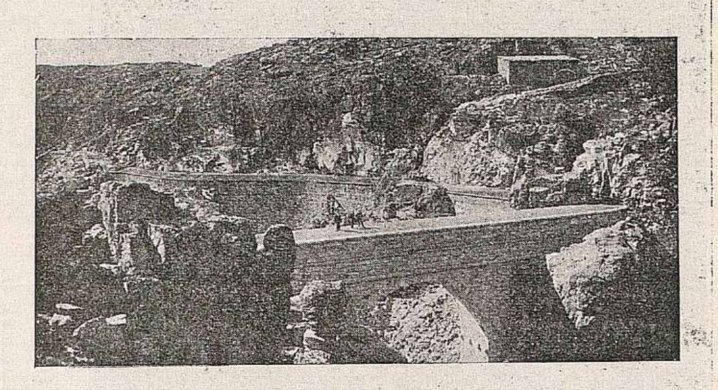
ACUEDUCTO SOBRE EL RIO LOZOYA (kilómetro 1).—Luz, 12 metros; altura, 21 metros. Al fondo, la presa de El Villar.





88.—Canal transversal, 1912.

EL CANAL EN EL DESFILADERO (kilómetro 1).



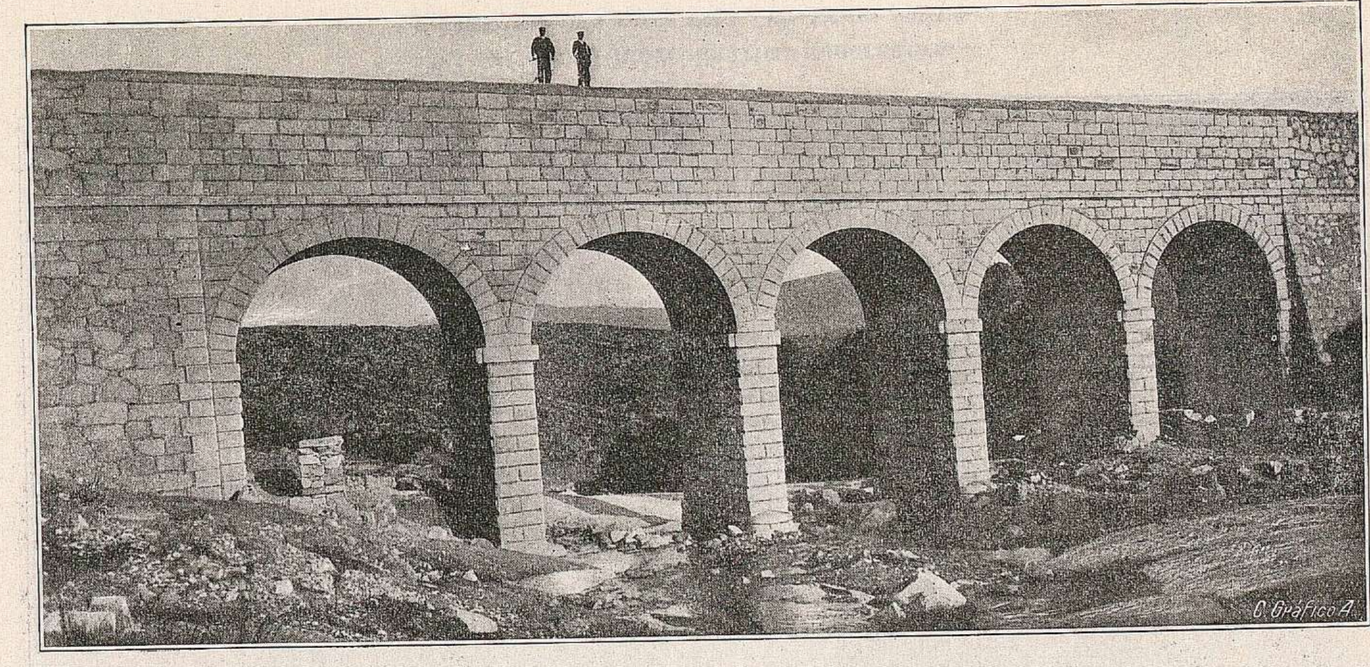
Canal transversal, 1912.

Origen.



Canal transversal, 1912.

ACUEDUCTO DE LA ALAMEDA (kilómetro 3).—Longitud, 104,50 metros; altura, 10,50 metros; cinco medios puntos de seis metros de luz.



89.—Canal transversal, 1912.

ACUEDUCTO DE LA ALAMEDA (kilómetro 5).—Longitud, 104,50 metros; altura, 10,50 metros; cinco medios puntos de seis metros de luz.

***

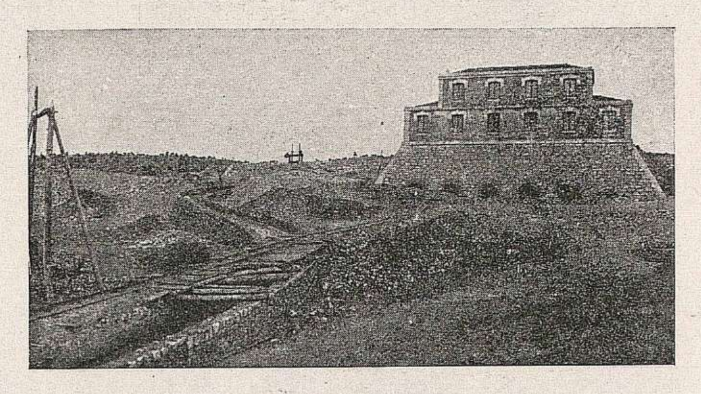
90.—Maqueta de disposiciones del canal transversal.

Aprovechamiento del salto del canal transversal, en Torrelaguna (kilómetro 17), 1911-1912.

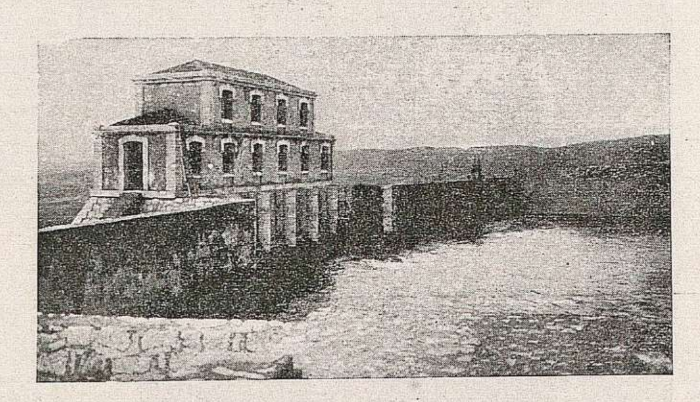
91.—Central hidroeléctrica generadora.

Depósito superior, capaz para 7.000 metros cúbicos.

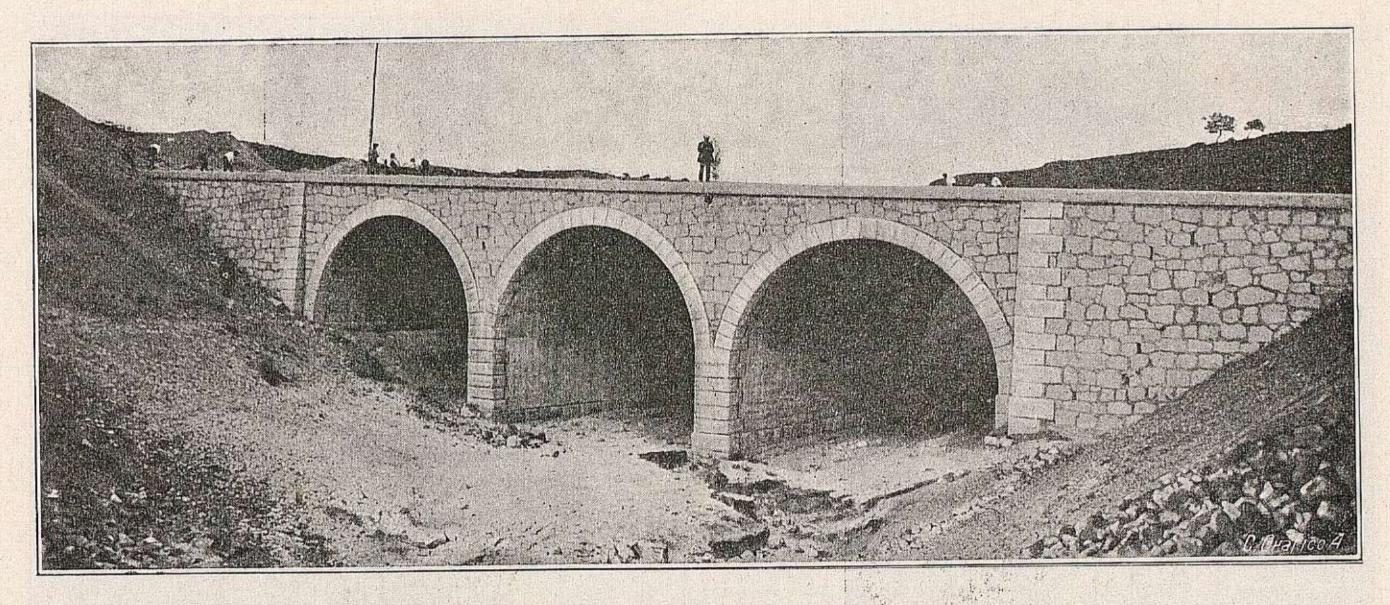




Central hidroeléctrica generadora.
Depósito superior. Casa de compuertas.

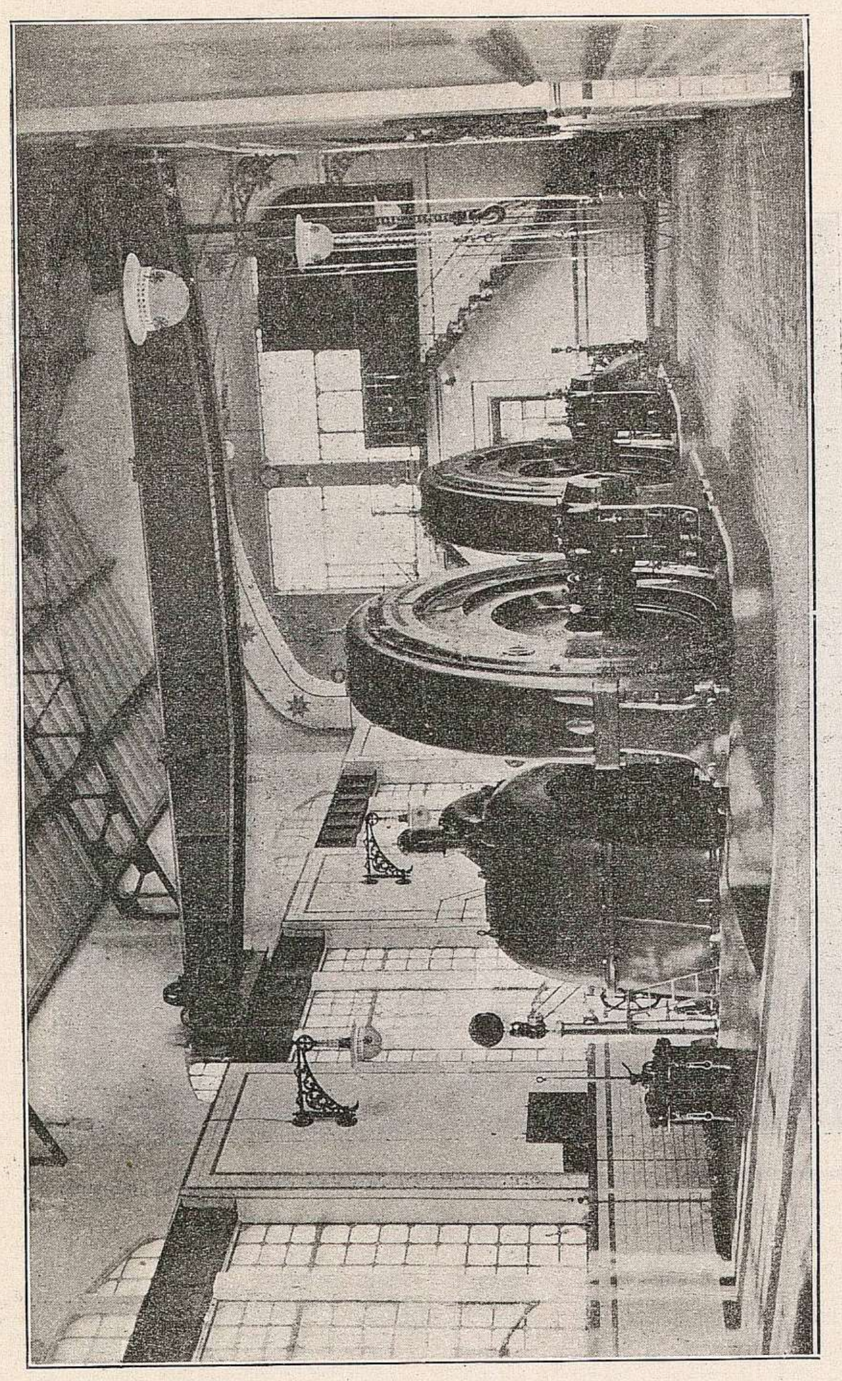


Central hidroeléctrica generadora.
Depósito superior, en uso.

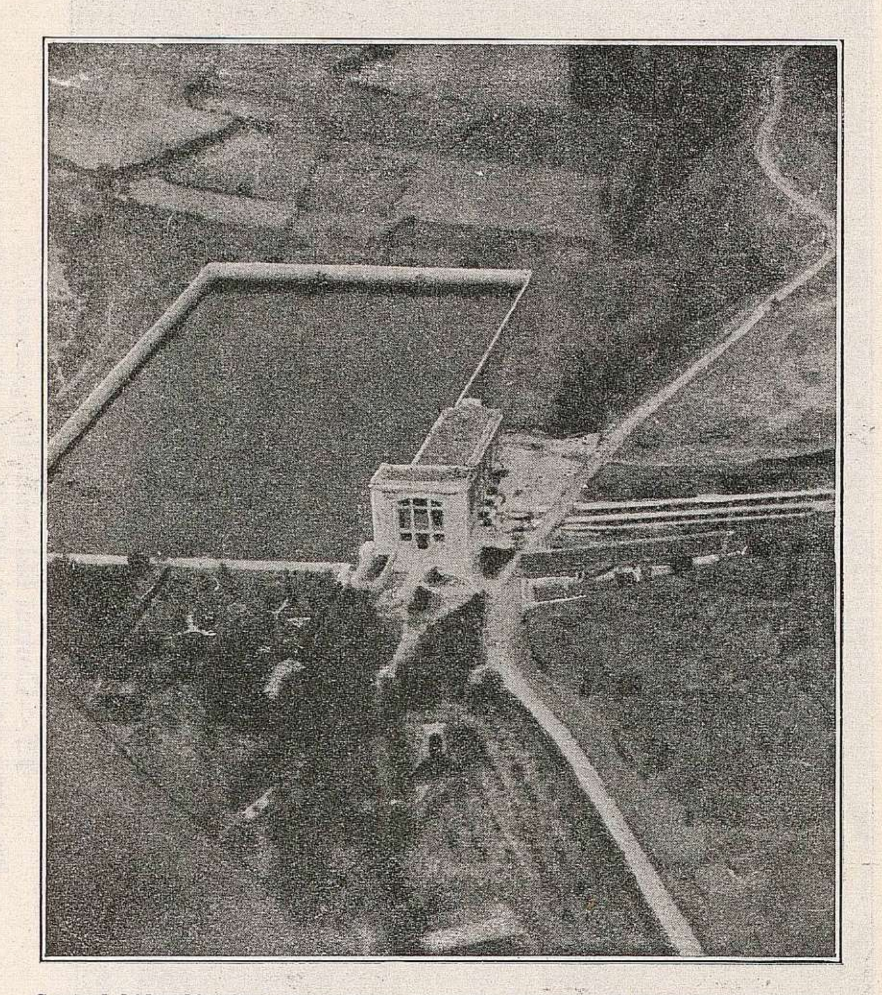


92.—Central hidroeléctrica generadora.

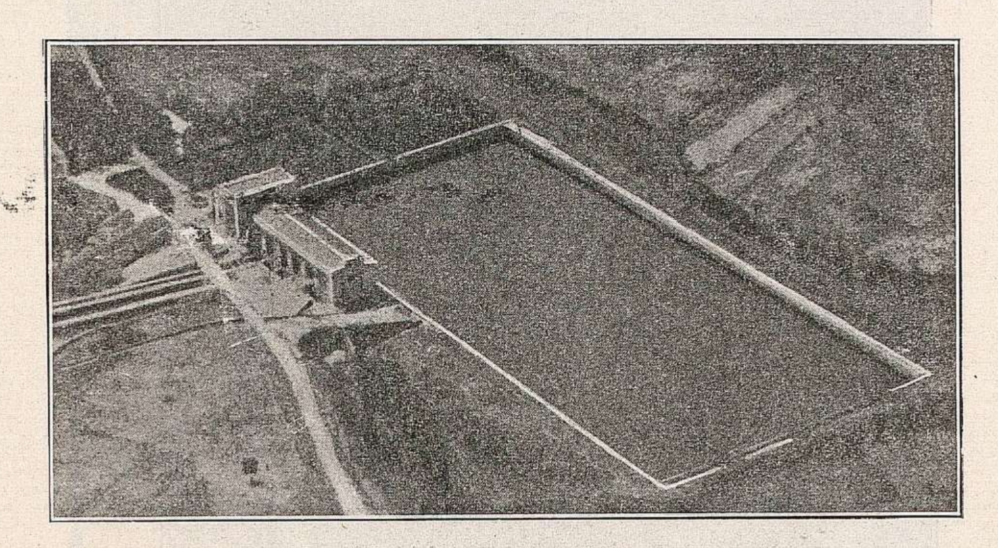
Puente para sostener las tuberías sobre el barranco de Las Hojas.—Tres medios puntos de nueve metros de luz. Tuberías de palastro. Longitud, 1.557 metros; desnivel, 151 metros; diámetro, dos de 1,40 metros y una de 0,90 metros.



93.—Central hidroeléctrica generadora.
Dos grupos electrógenos de 3.000 CV. cada uno, instalados en 1912.



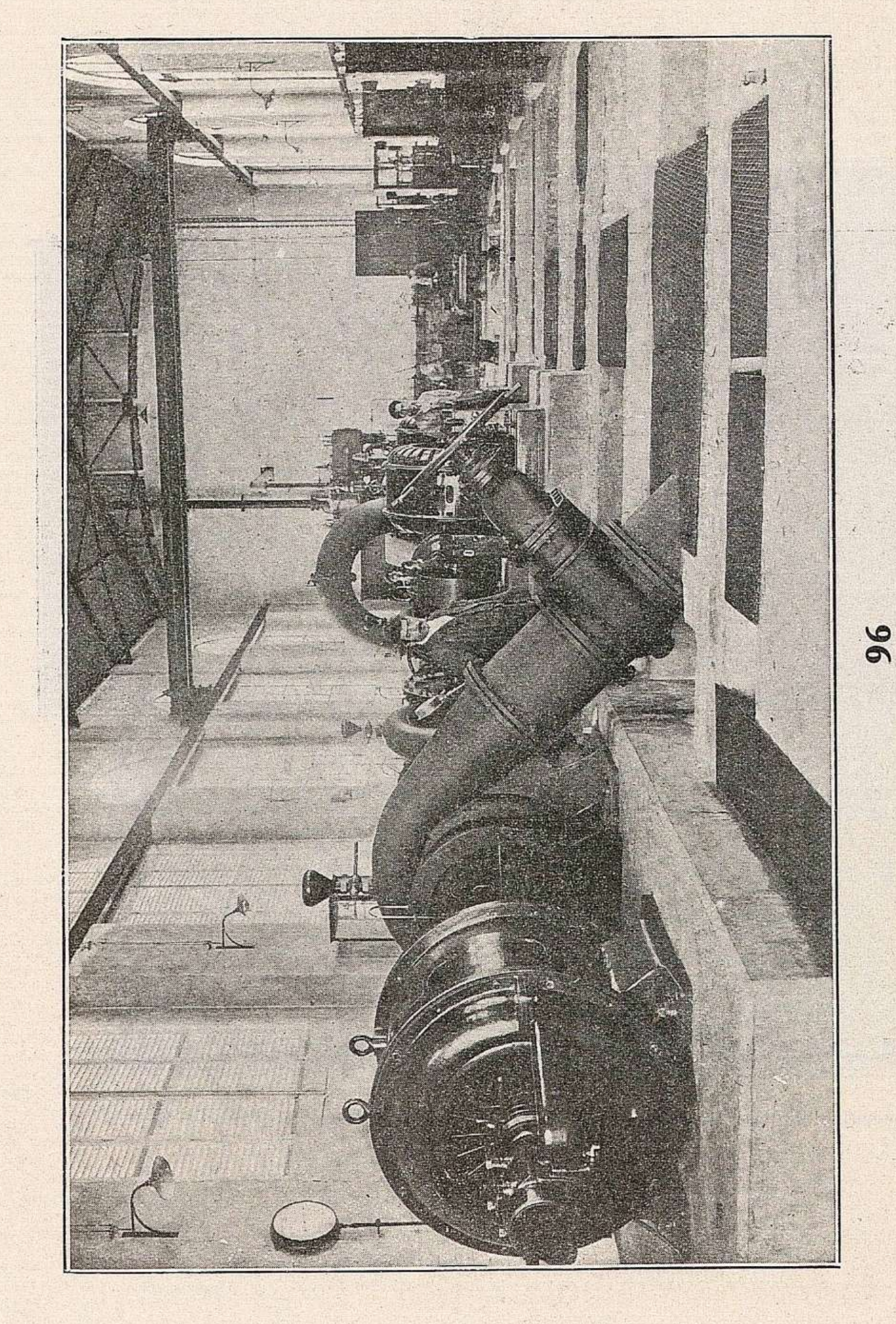
Central hidroeléctrica generadora. Depósito inferior, 70.000 metros cúbicos.



Central hidroeléctrica generadora.

* * *

94.—Maqueta de la Central hidroeléctrica de Torrelaguna, 1912.



96

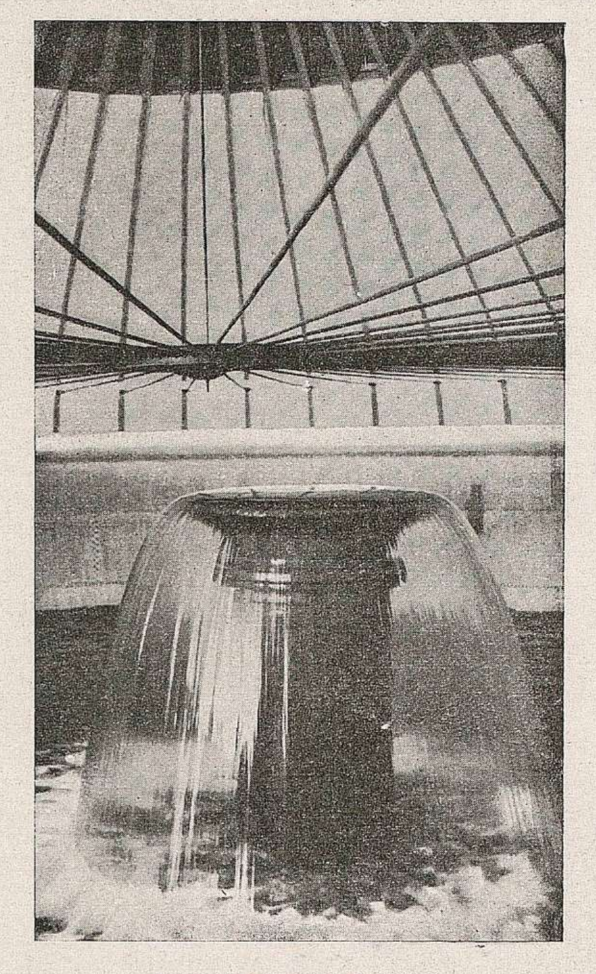
CENTRAL ELEVADORA DE AGUA DEL SEGUNDO DEPOSITO AL ELEVADO.—Potencia instalada en 1912, 1.400 CV.

CENTRAL ELEVADORA DE AGUA.—Tubería de impulsión de 0,90 metros.—1912.



Depósito elevado, en Madrid, regulador de presión, capaz para 1.500 metros cúbicos.—1912.



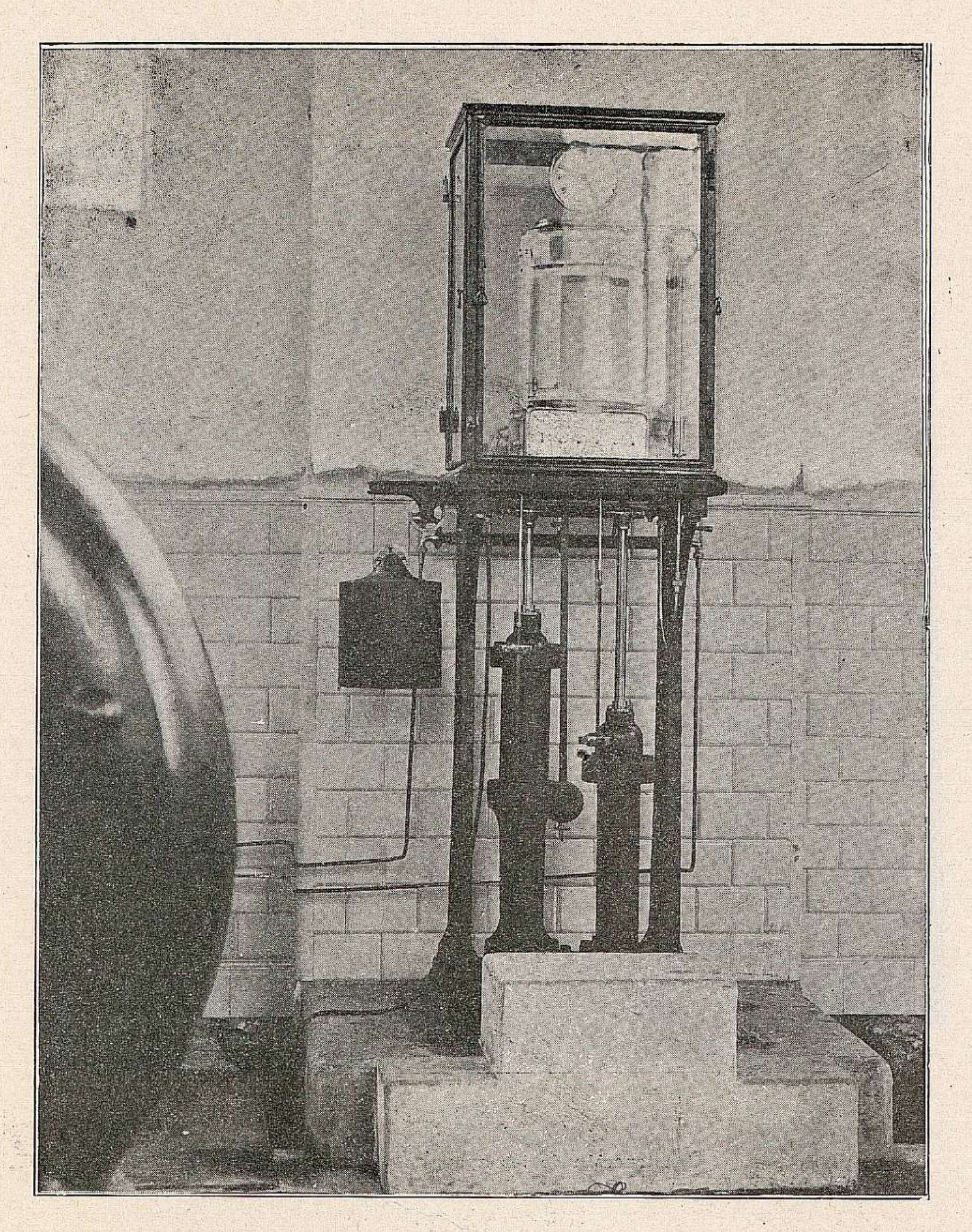


Depósito elevado (interior).

* * *

97.—Maqueta del depósito elevado.

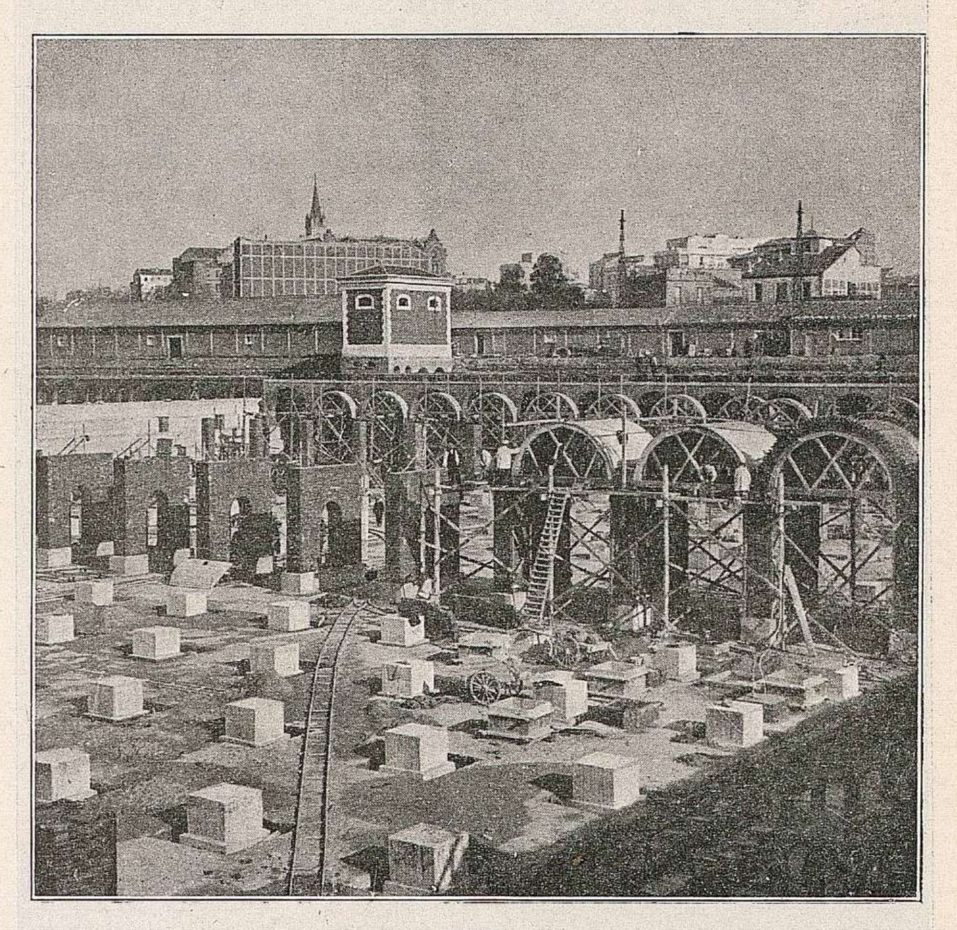
100.—Red de agua elevada.
Entrada. Tubería de 0,90 metros.—1912.



101

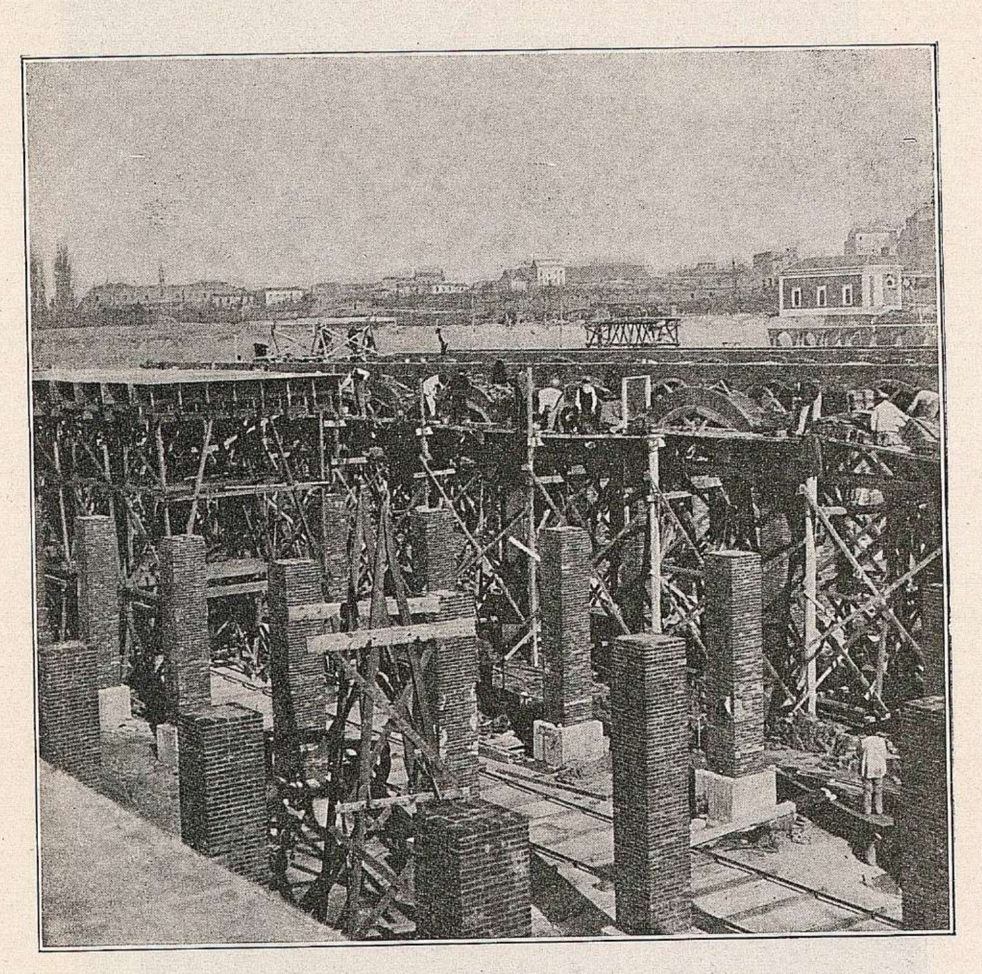
Contador Venturi, para máximo de 2.200 metros cúbicos por hora.

Tercer depósito de agua en Madrid, capaz para 448.000 metros cúbicos, 1915.



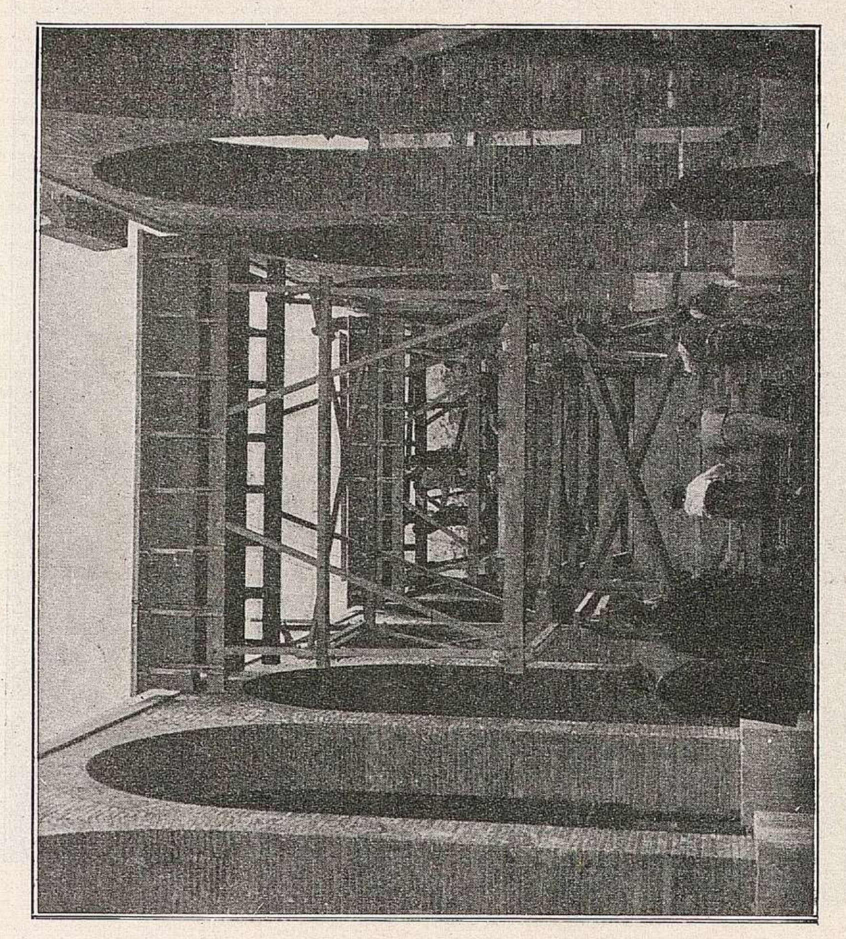
102

Construcción de los apoyos de la cubierta.



102

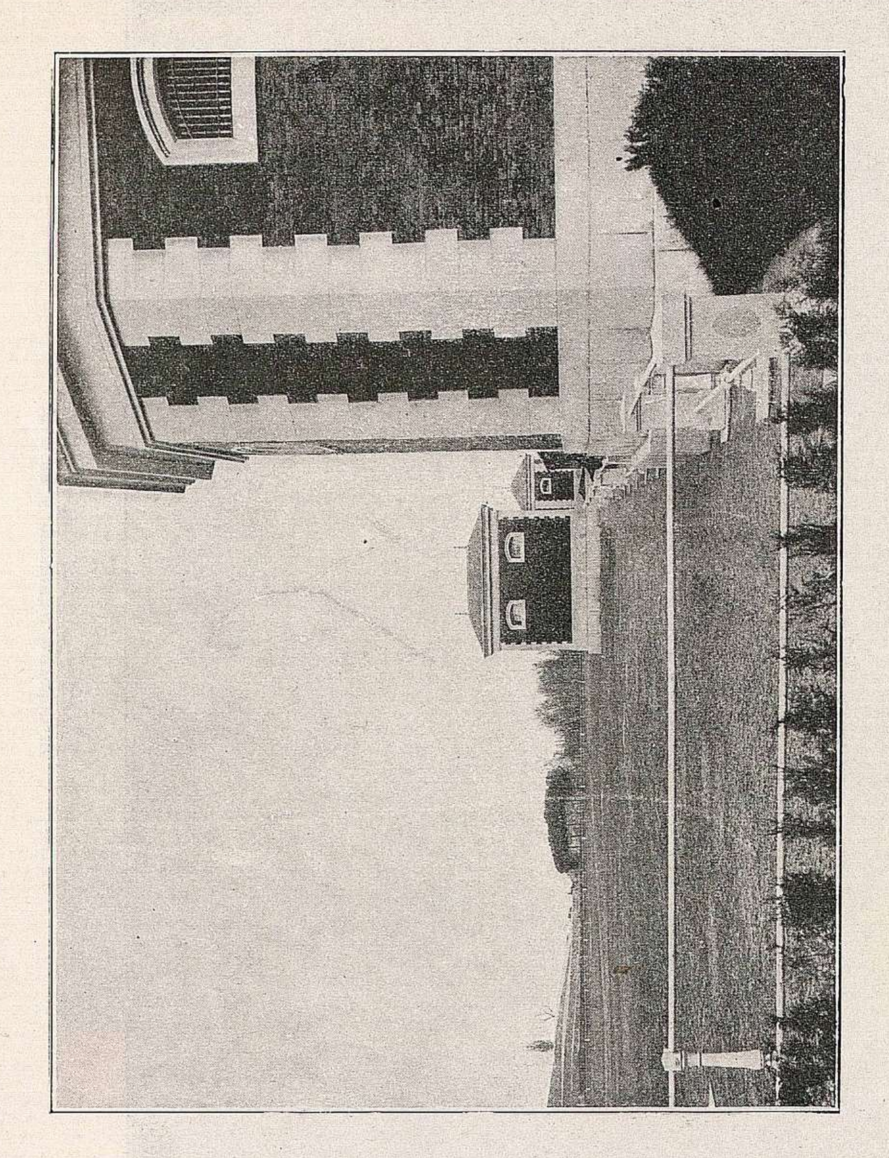
Construcción de la cubierta.



103.—Tercer depósito.

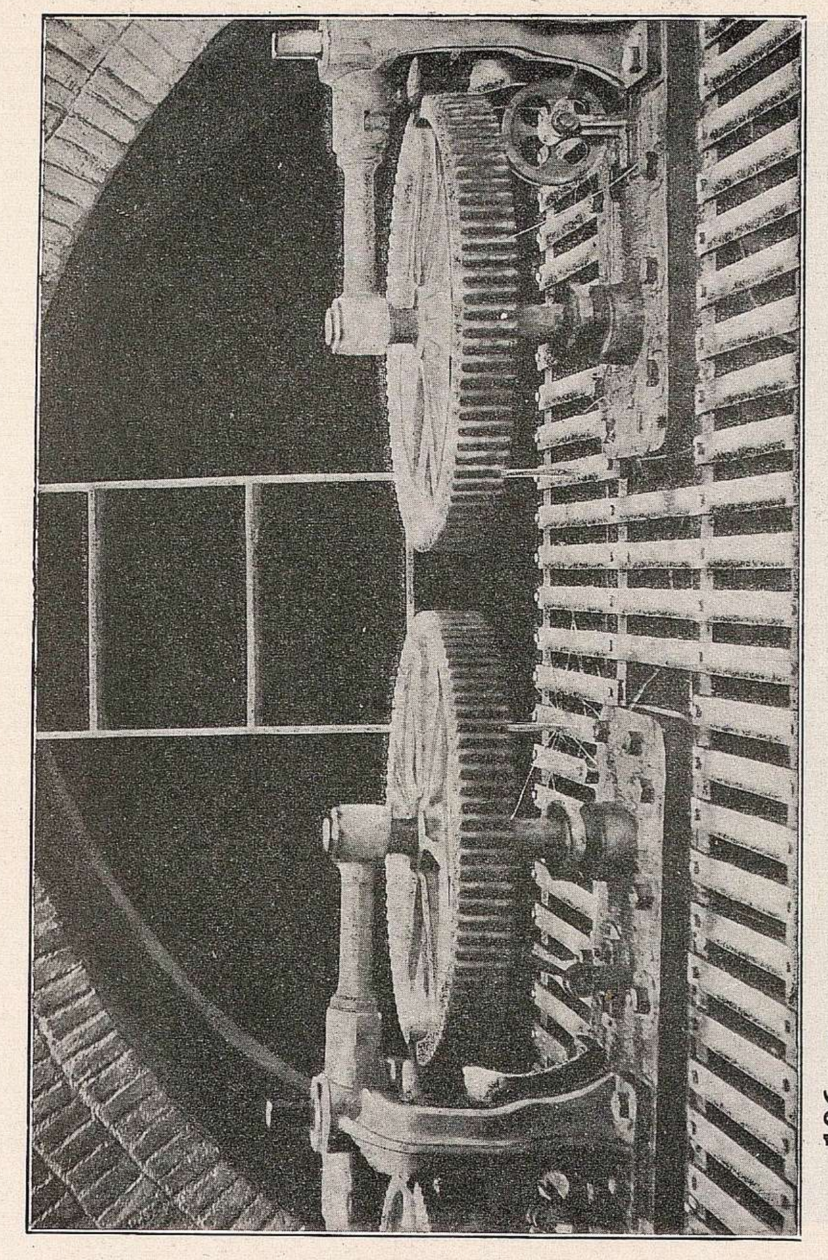
Construcción de la losa de la cubierta.

104.—Tercer depósito.
El depósito terminado y en uso.



105.—Tercer depósito.

Tercer depósito.—Vista de conjunto. 70.000 metros cuadrados de superficie cubierta.



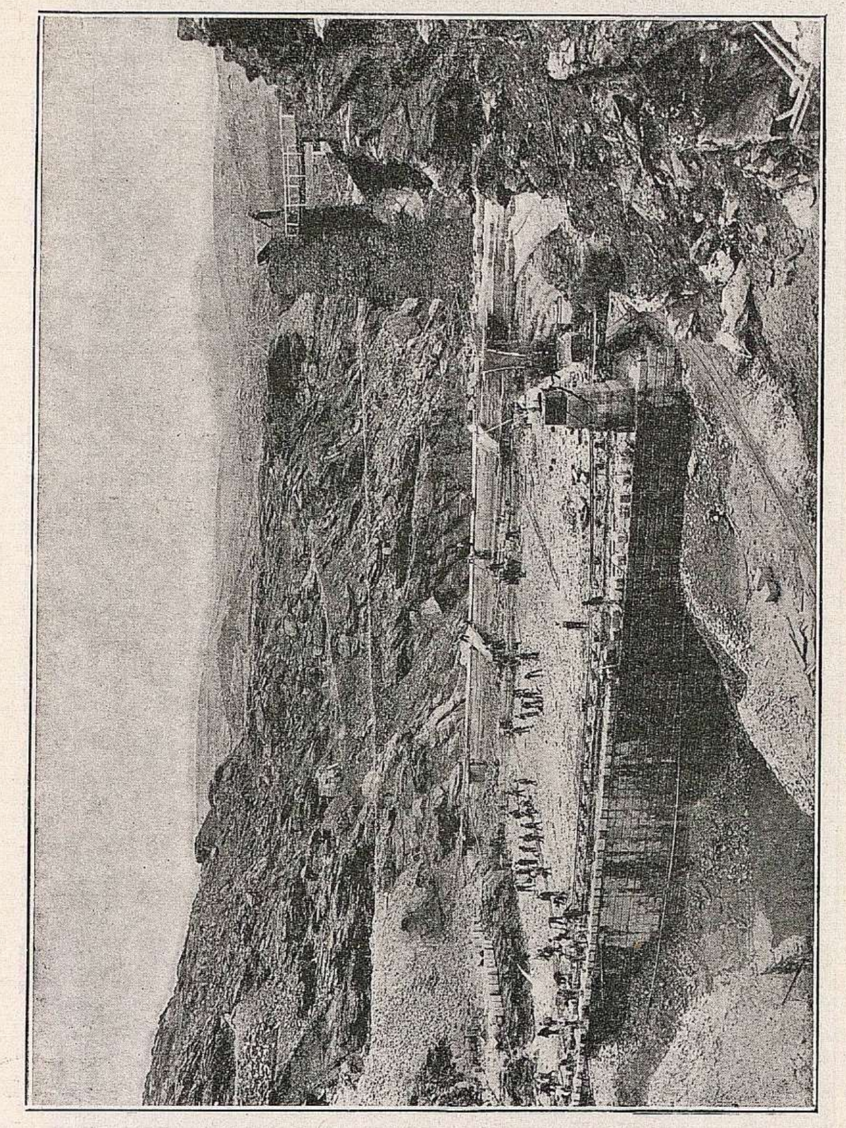
106.—Tercer depósito.—Válvulas de toma. Diámetro, 0,90 metros; tubería de 1,25 metros.

* * *

107 a 111.—Cuatro maquetas y un plano del tercer depósito.

112.—Vaso y canal de Viñaderos, para alimentación de El Villar con aguas claras.





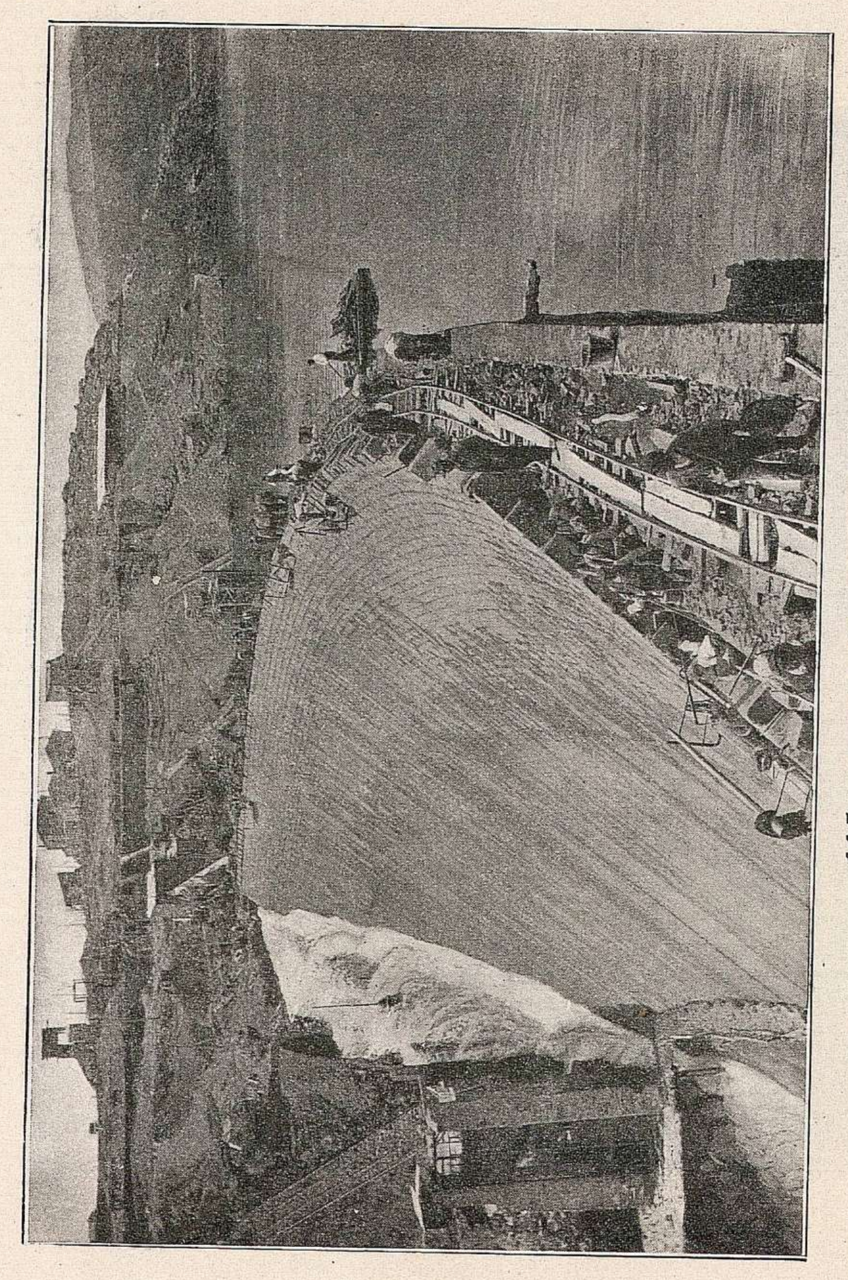
113.—Presa de Puentes Viejas.

Base.

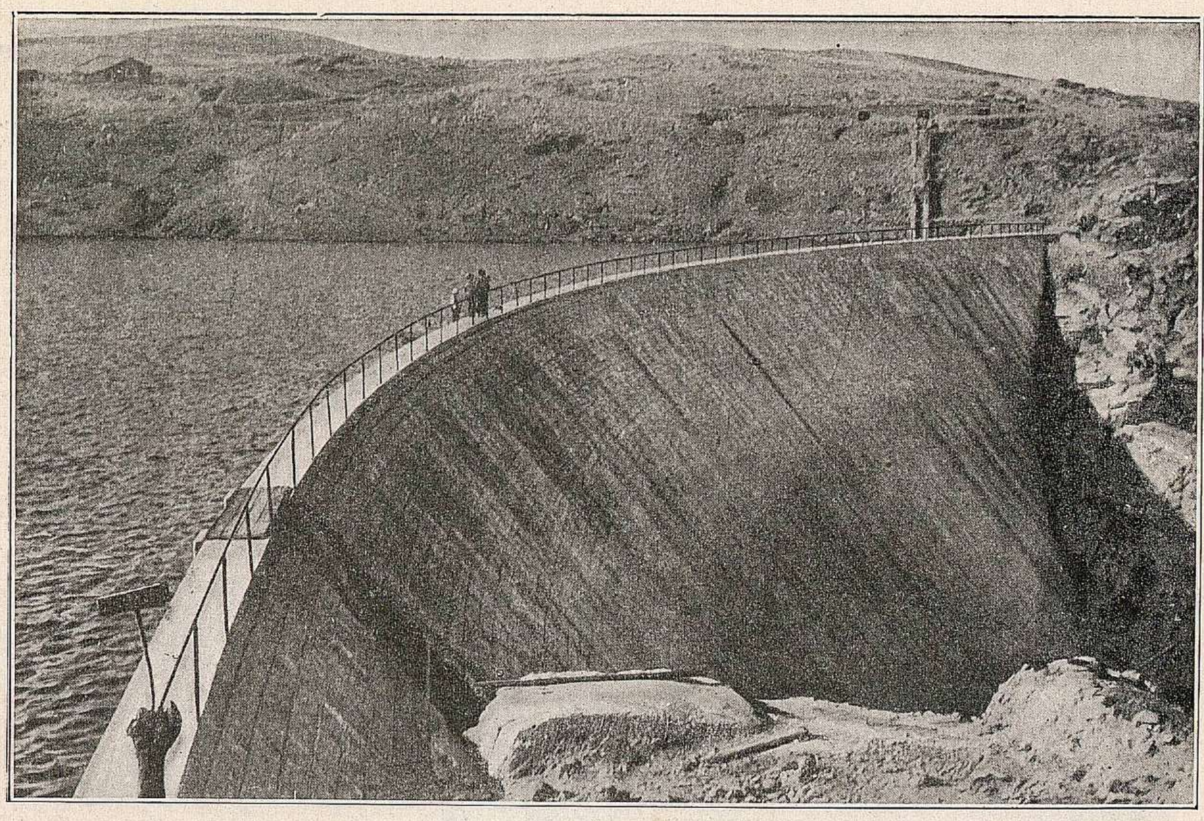
114.—Presa de Puentes Viejas.

Base.



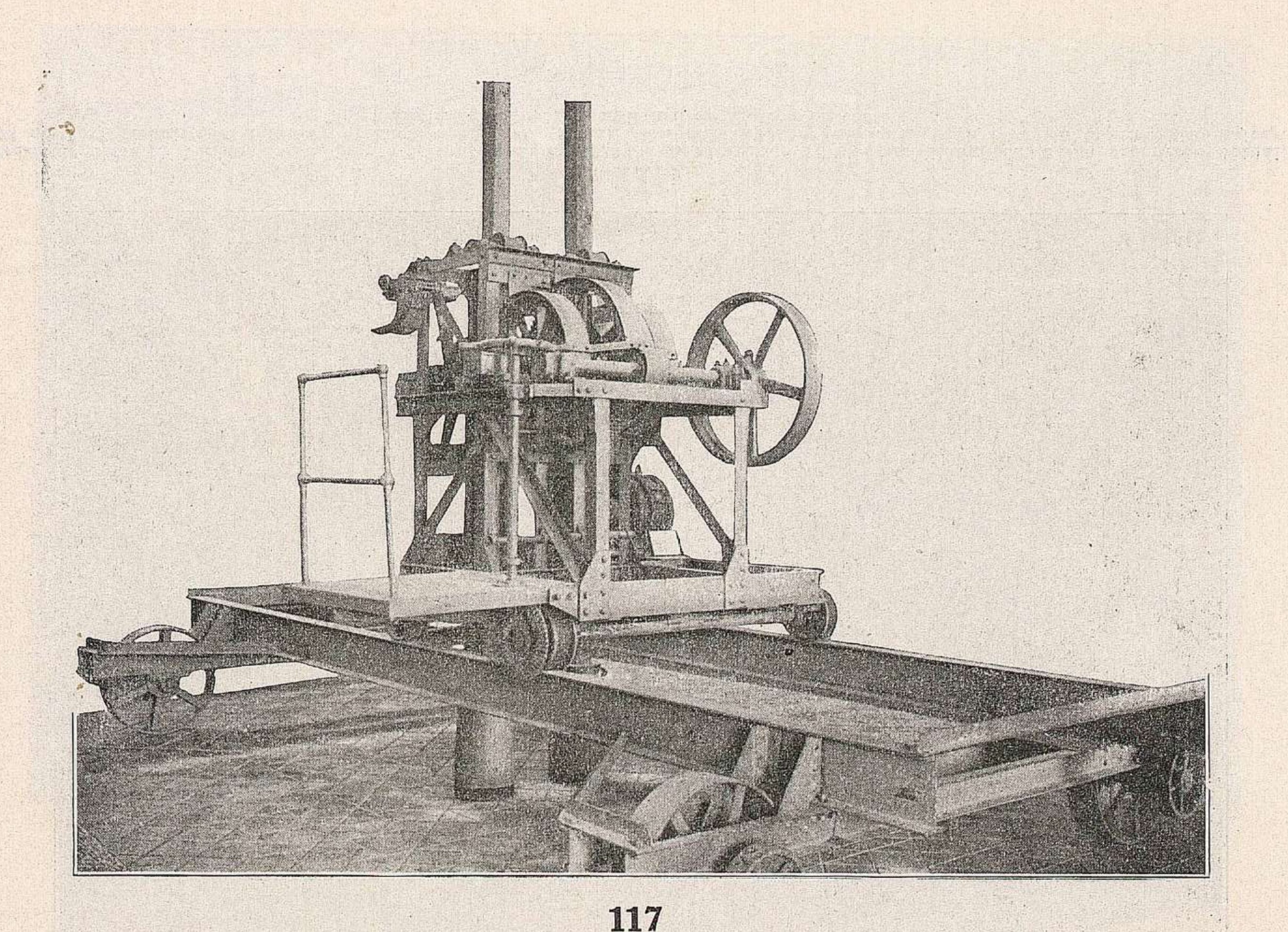


115.—Presa de Puentes Viejas.
Próxima a la coronación provisional.



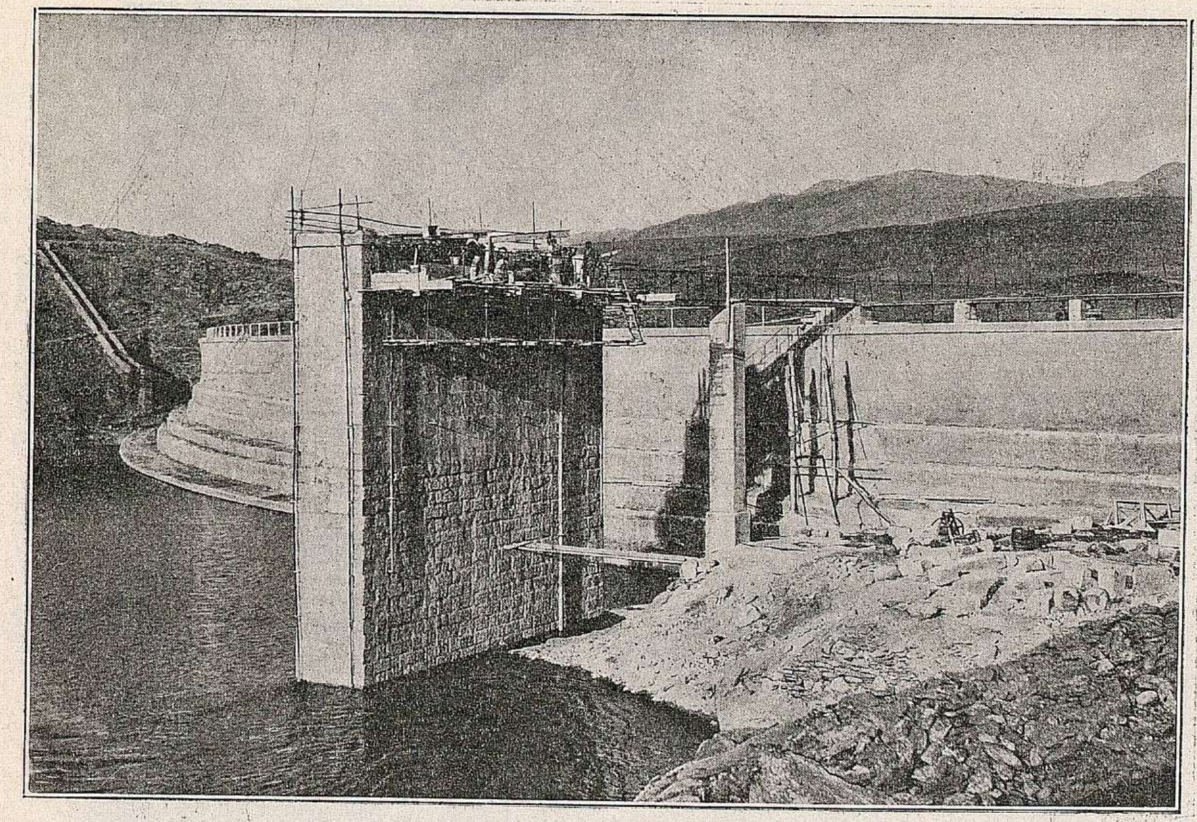
116

Presa de Puentes Viejas, coronada provisionalmente en 1923 a la altura de 44 metros.—Longitud en la coronación actual, 173 metros; embalse, 23 millones de metros cúbicos.—Construída con espesor suficiente para elevarla hasta 63,50 metros. Embalse futuro, 52 millones de metros cúbicos.



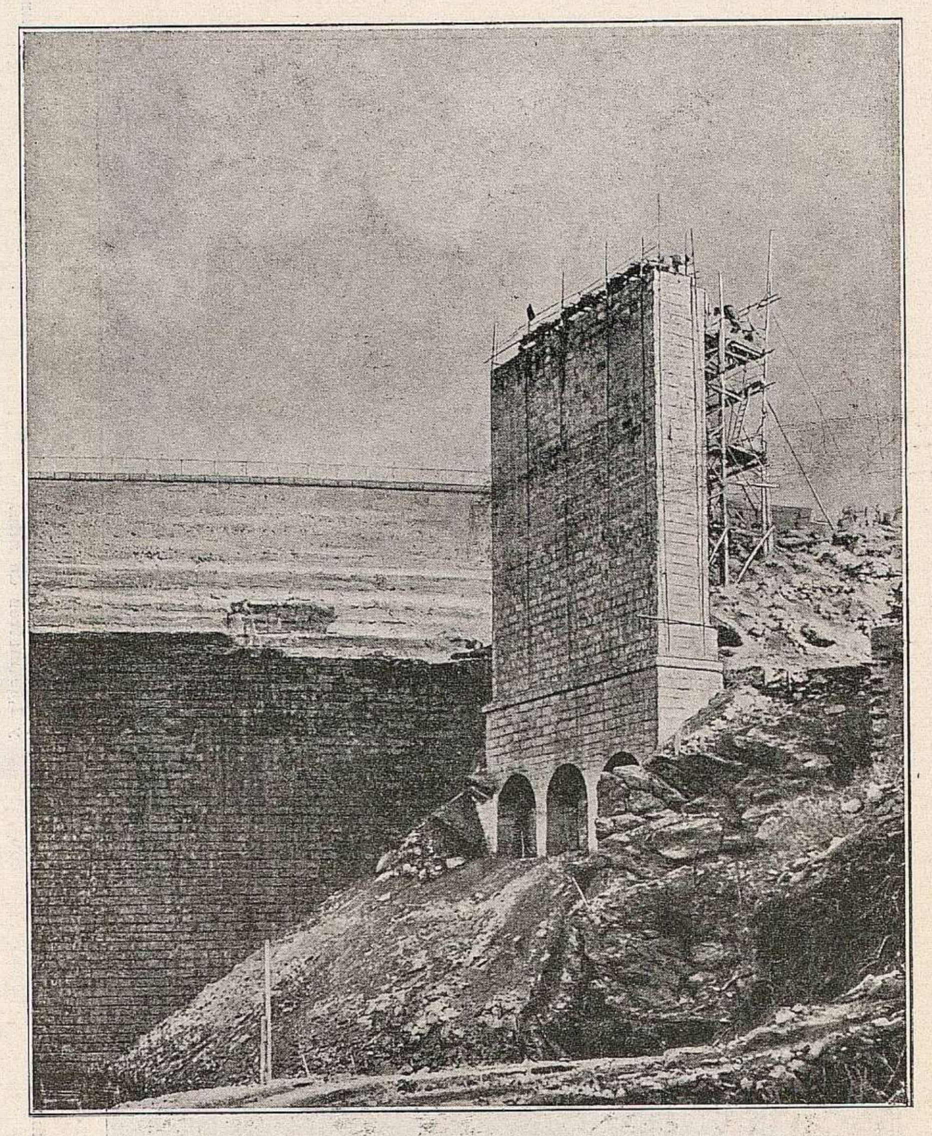
117

PRESA DE PUENTES VIEJAS.—Pisones eléctricos para introducir cantos en el hormigón. Disposición ideada en esta obra.



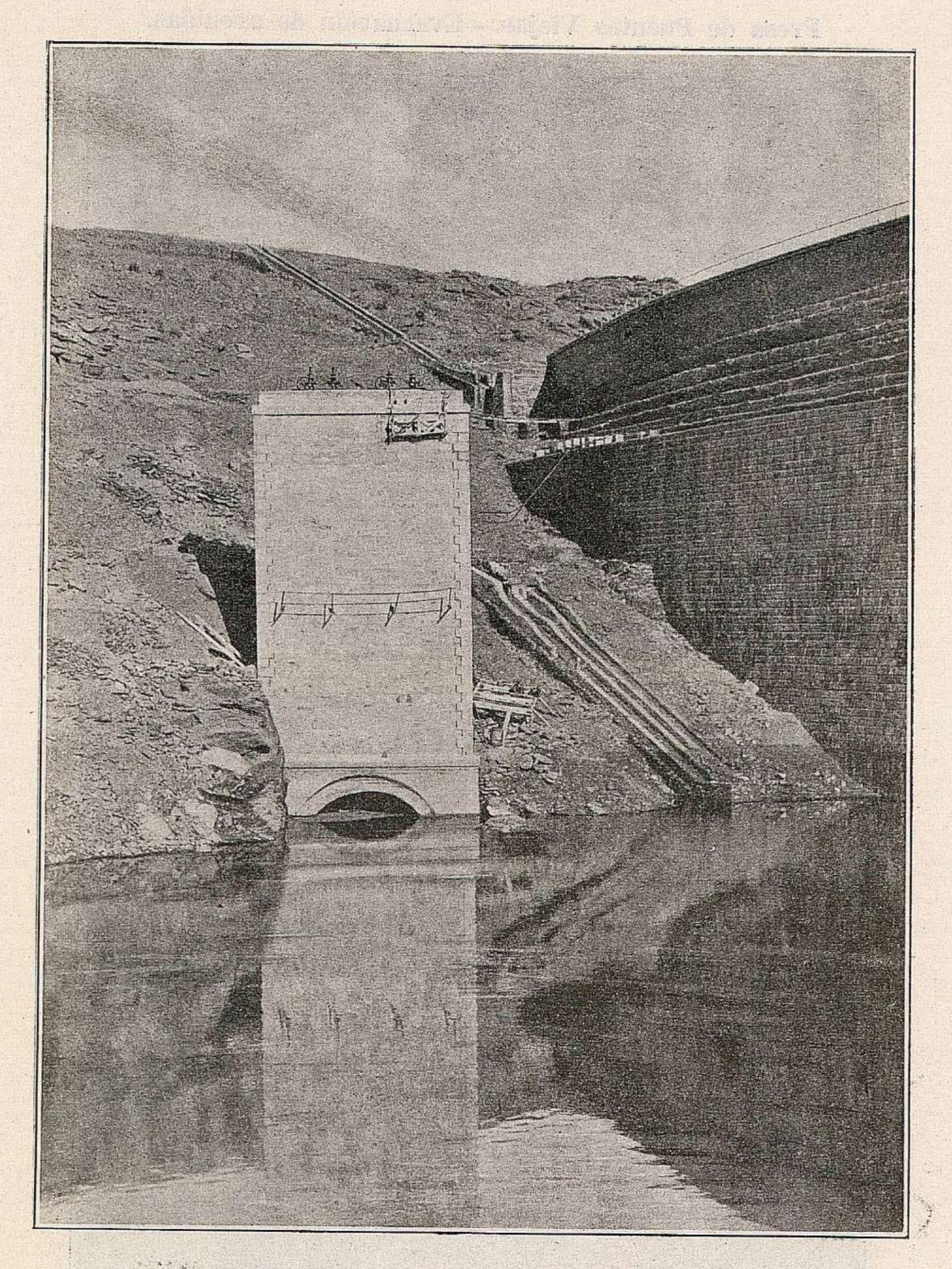
178.—Presa de Puentes Viejas.

Torres de la margen derecha. Alta, para desagüe y toma de agua; seis compuertas en vanos de 0,90 metros de ancho y 1,50 metros de alto.



119.—Presa de Puentes Viejas.

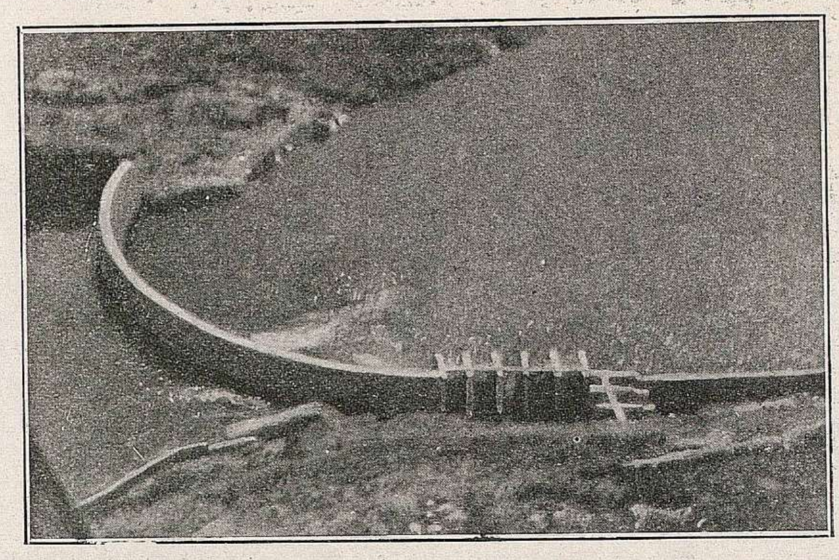
Torres de la margen derecha.—Otra vista de la torre alta.



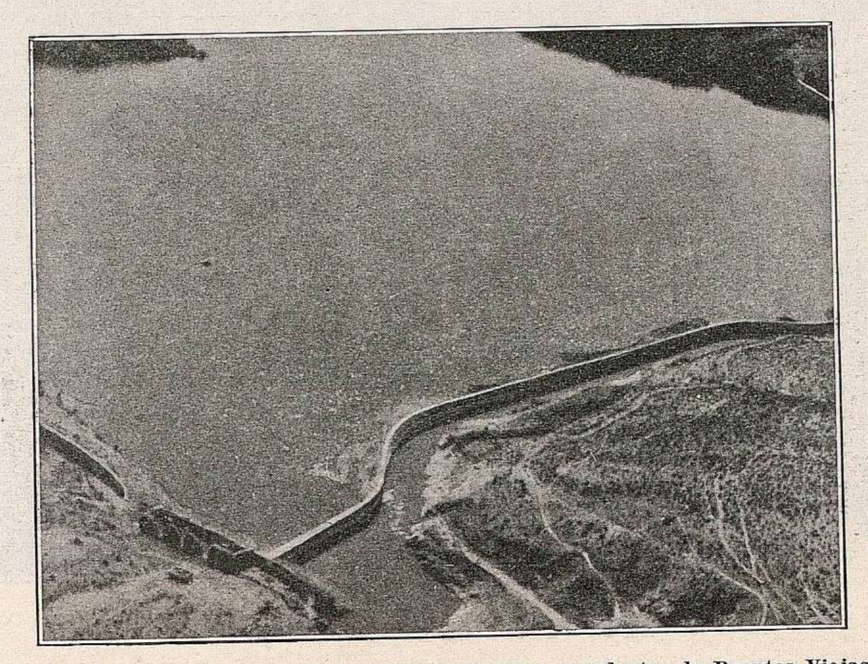
120.—Presa de Puentes Viejas.

Torres de la margen izquierda: Baja, para desagüe; cuatro compuertas de 0,90 metros de ancho y 1,50 metros de alto.

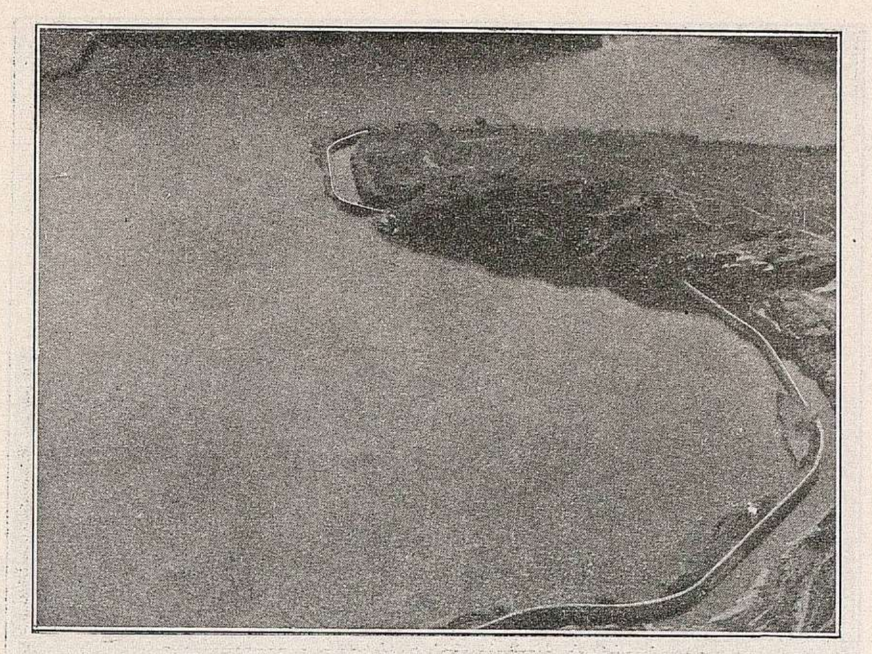
Presa de Puentes Viejas.—Evacuación de avenidas.



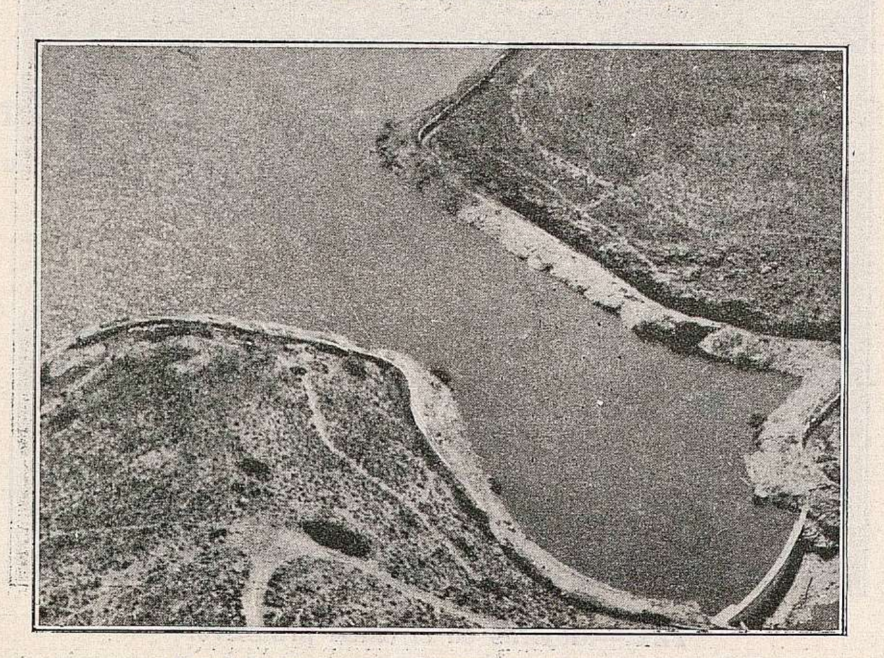
Presa auxiliar del Tenebroso, para apartar de El Villar las aguas turbias evacuadas de Puentes Viejas. Longitud, 68 metros; altura, 26 metros.—1922.



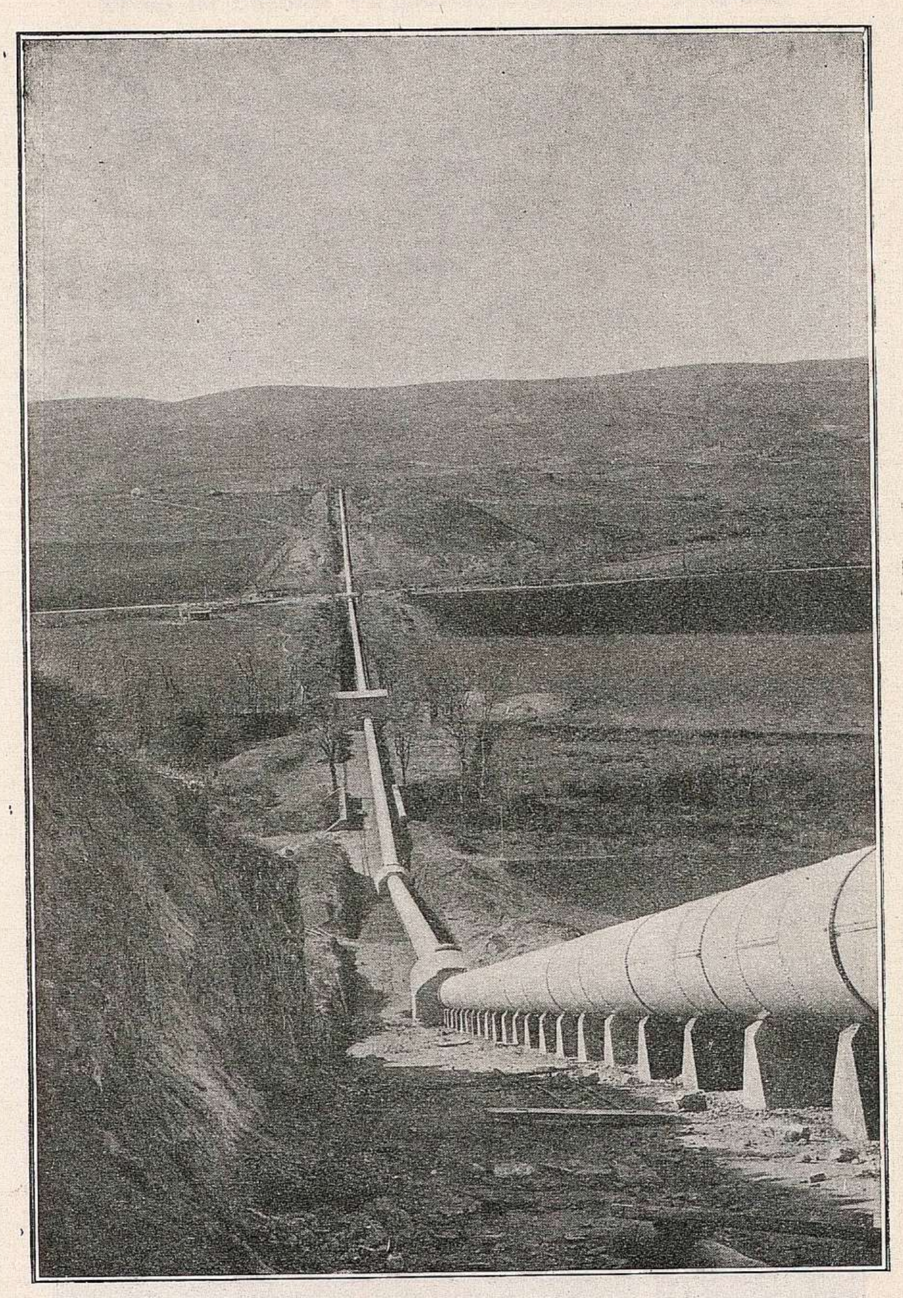
Canal de evacuación de avenidas y aguas turbias procedentes de Puentes Viejas, capaz para 120 metros cúbicos por segundo. Longitud, 5.190 metros, de los cuales 3.006 metros en cuatro túneles, el mayor de 2.250 metros.—El Bastero.



Canal de evacuación de avenidas.—El Curvo.



Canal de evacuación de avenidas.—Las Colmenas.



121.—Mejoras en el canal primitivo.

SIFON DE MALACUEVA.—Sustitución de la cuádruple tubería de fundición de 0,92 metros de diámetro por doble tubería de palastro de 1,45 metros. Primer tubo de palastro: longitud, 830 metros; carga, 44 metros.—1926.

AMPLIACION DE LA RED DE AGUA RODADA

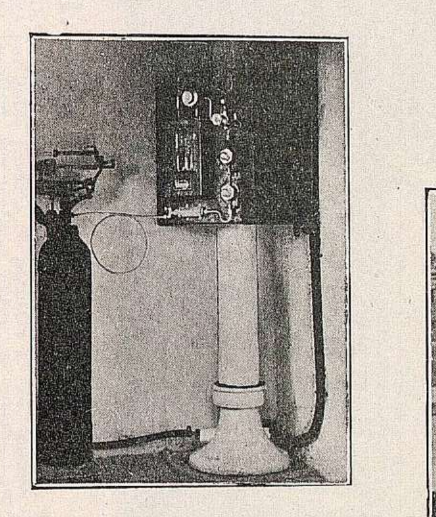
Arteria de la zona baja, por la calle de Santa Engracia, plaza de Alonso Martínez, calle de Génova, paseos de Recoletos y del Prado, hasta la glorieta de Atocha.—Tubería de fundición sacada del Sifón de Malacueva.

122.—Maqueta de la galería de la calle de Santa Engracia, común para las arterias primera de Salamanca y de la zona baja. 1923.

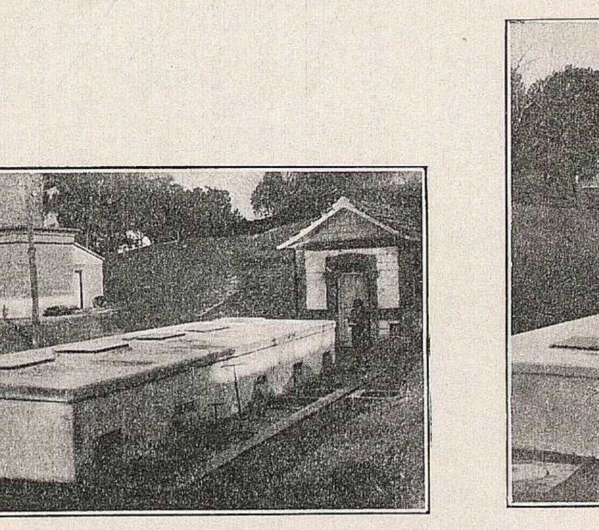


DEPURACION BACTERIOLOGICA DEL AGUA

Cloración del agua del Canal.—Laboratorio del Canal, en Madrid, para ensayos de cloración.



Aparato Paterson, tipo pulsómetro, capaz para distribuir hasta 30 kilogramos de cloro líquido en veinticuatro horas.

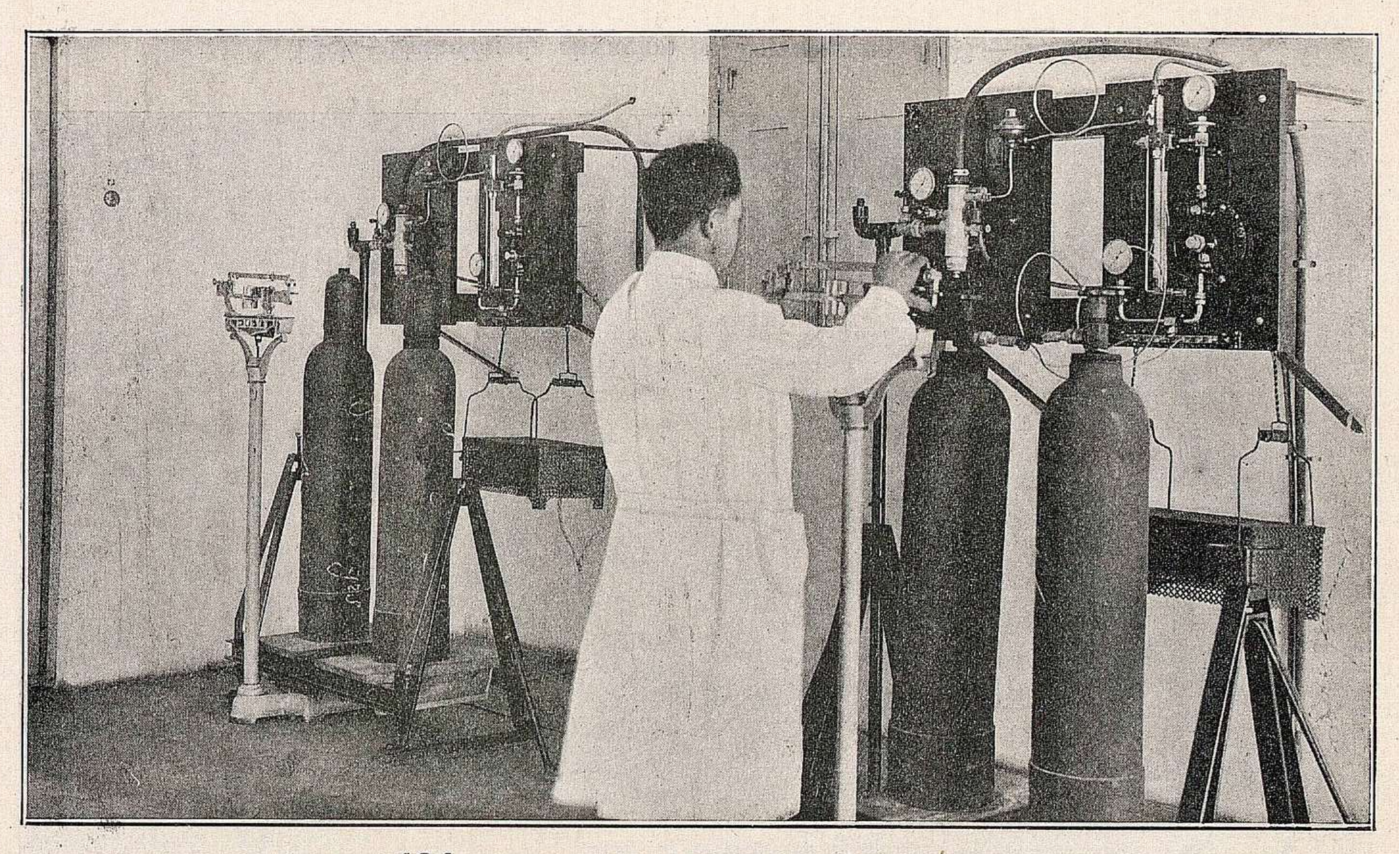


Serie de depósitos de aguas cloradas para ensayos.



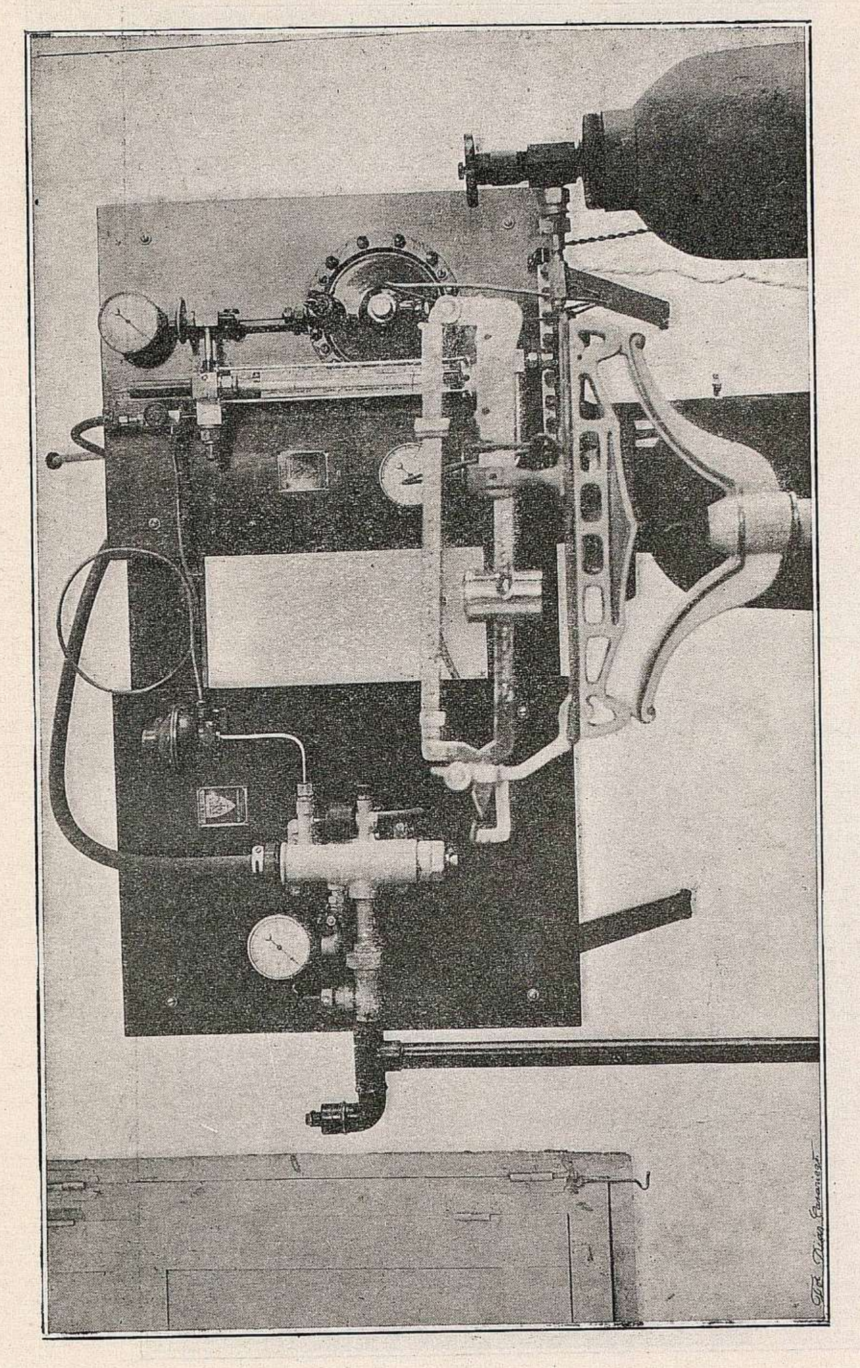


123.—Estación de cloración en Torrelaguna, 1923.—Edificio.



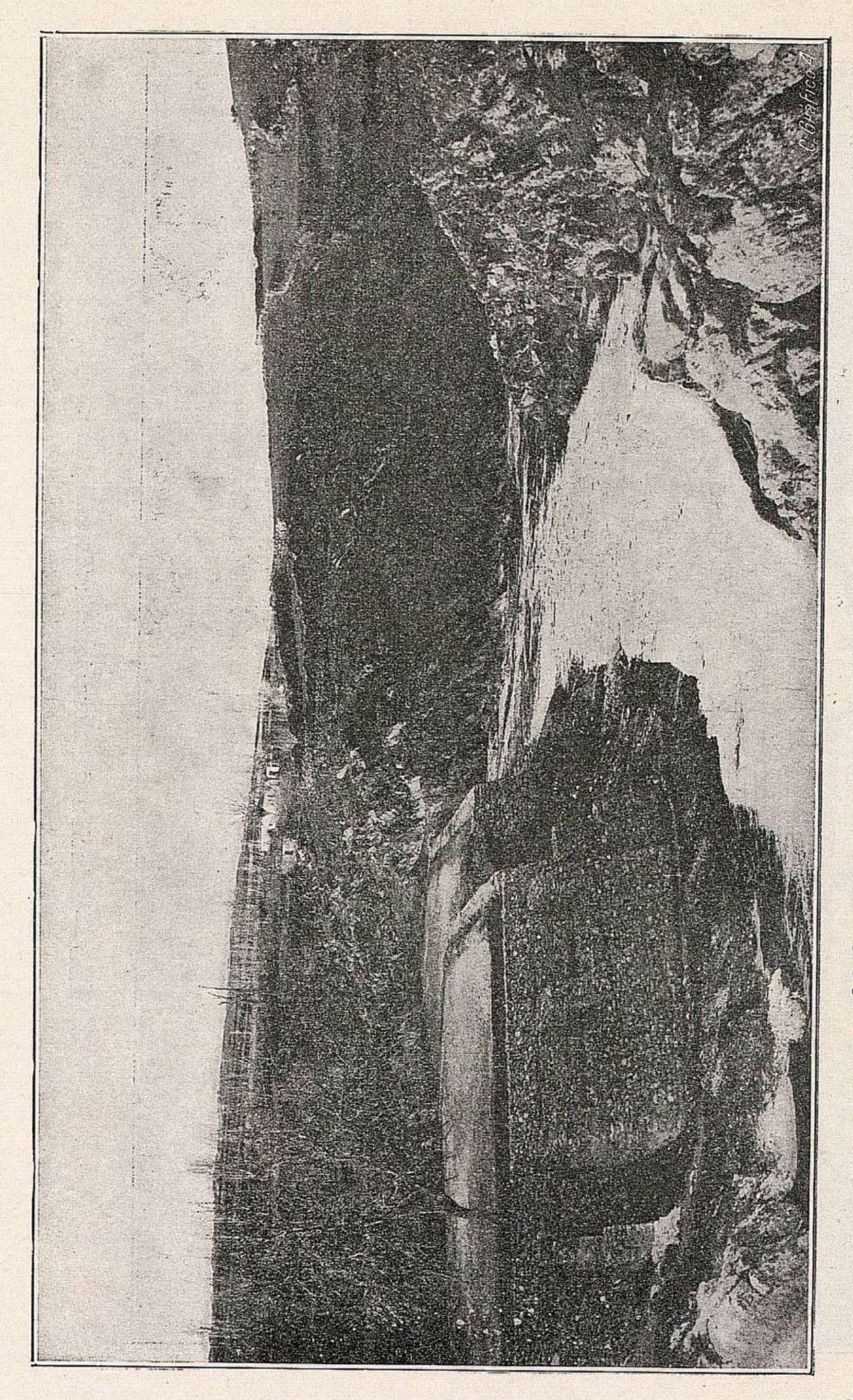
124.—Estación de cloración en Torrelaguna.

Dos aparatos Wallace & Tiernan, capaz cada uno para incorporar al agua del Canal hasta 85 kilogramos de cloro en veinticuatro horas.



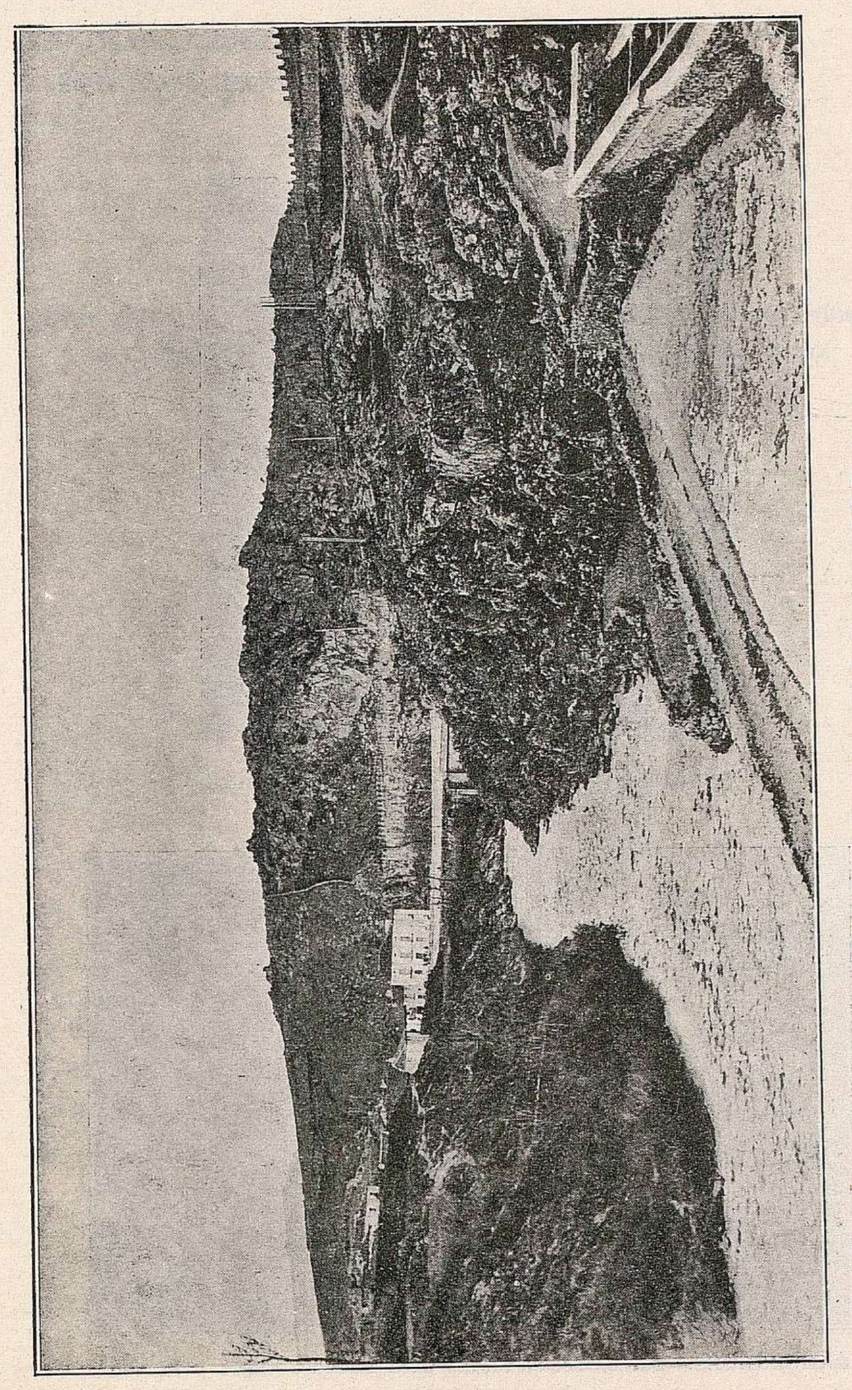
125.—Estación de cloración en Torrelaguna.

Uno de los aparatos Wallace & Tiernan.



126.—Saneamientos en la cuenca del Lozoya.

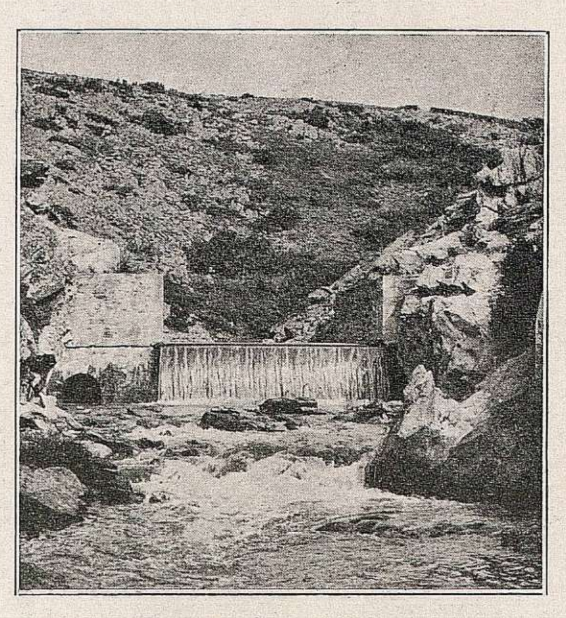
Campos de depuración de aguas residuales de Buitrago.—Uno de la margen izquierda.—1913.



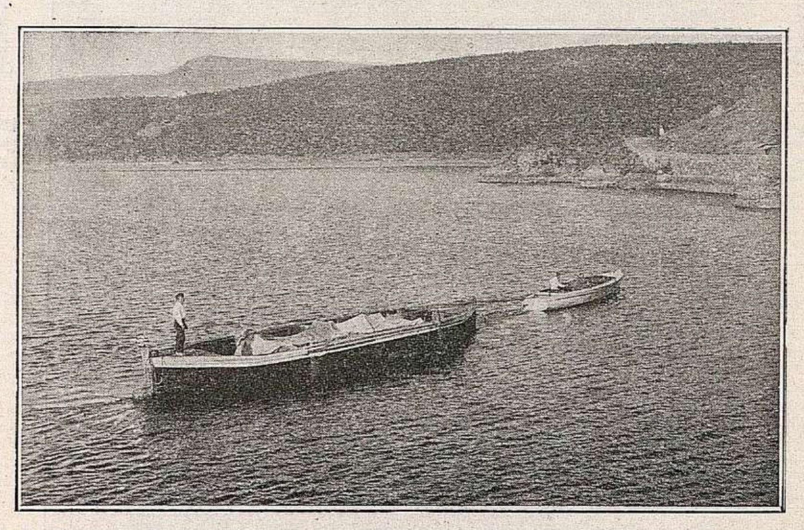
127.—Saneamientos en la cuenca del Lozoya.

Campos de depuración de aguas residuales de Buitrago.—Uno de la margen derecha.—1913.

Complementos en los embalses.



AFOROS.—Presa de aforos en el río Madarquillos.

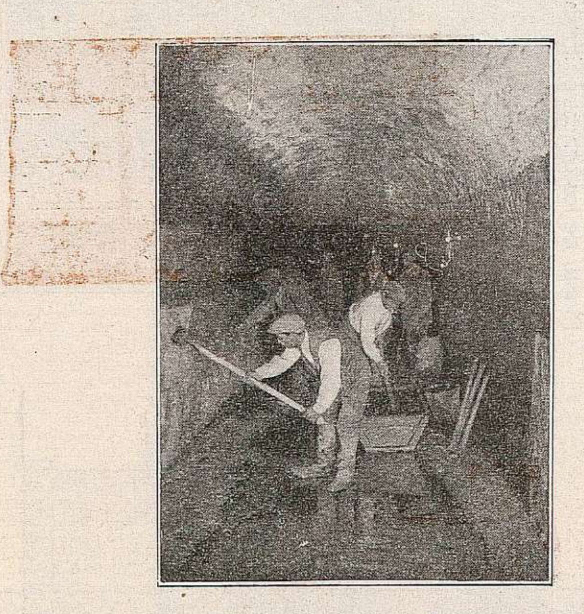


TRANSPORTES.—Barcas remolcadoras para Puentes Viejas y El Villar.

Mejoras en el canal primitivo.

Obras sistemáticas, sin interrumpir el abastecimiento, para elevar su capacidad a más de tres metros cúbicos por segundo.

128



Reparación de los enlucidos.

129

CANAL DE ISABEL II.

AUMENTO Y REFUERZO SISTEMATICOS EN LOS PUENTES ACUEDUCTOS DEL CANAL PRIMITIVO

Sección sin atirantado inferior

Planta de los arriostramientos

Sección con atirantado inferior

ESCALA

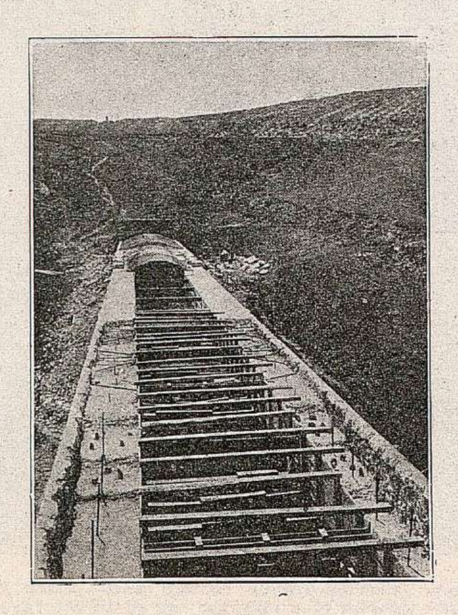
0 1 2 3 metros

1929.—Quedan reforzados todos los puentes acueductos entre el Guadalix y la Almenara del Obispo.

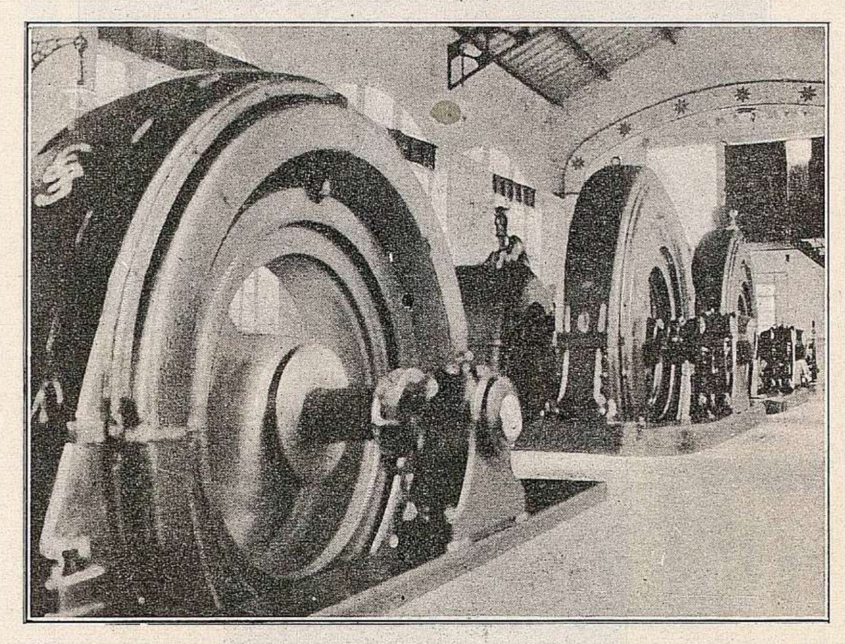
128

Aumento y refuerzo del acueducto de La Cerca, 1929.

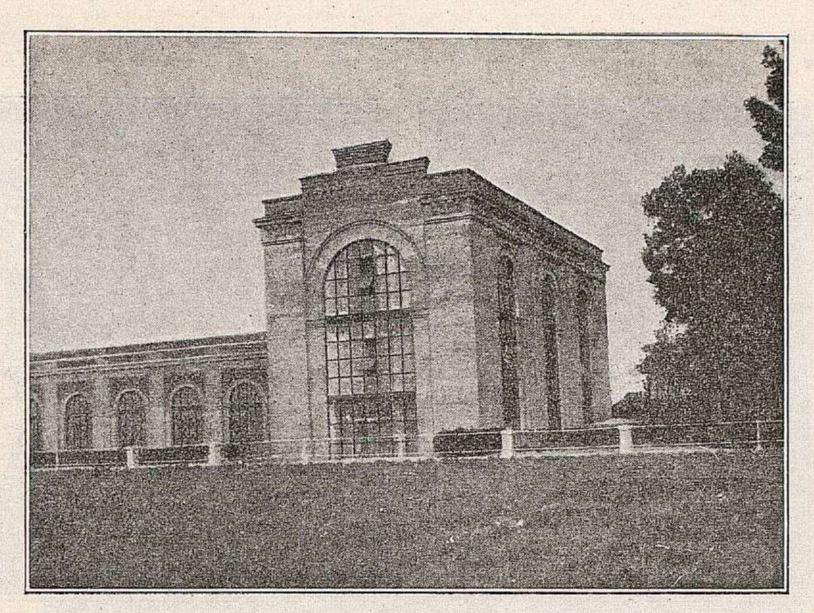




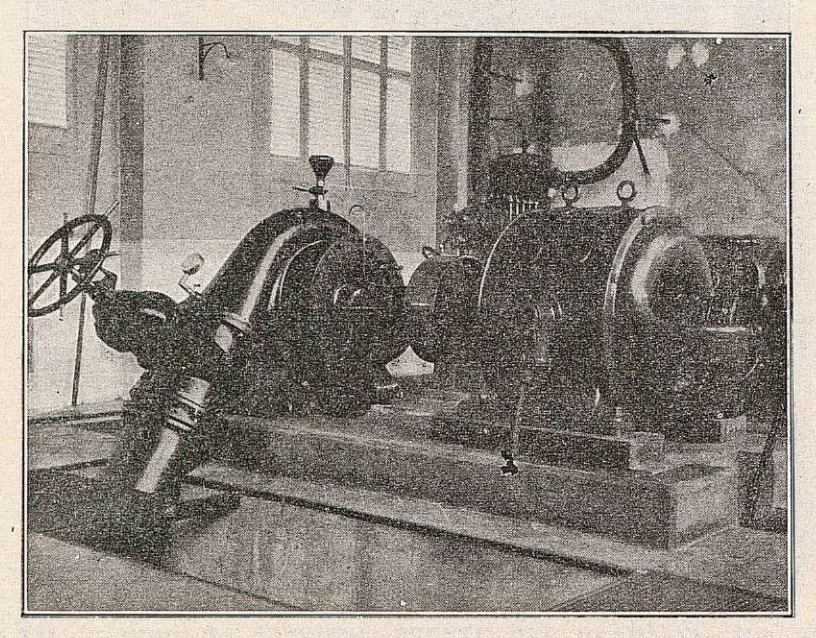
Mejoras en el aprovechamiento del Salto de Torrelaguna.



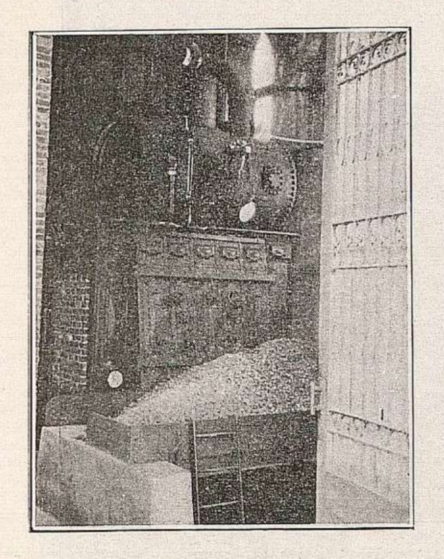
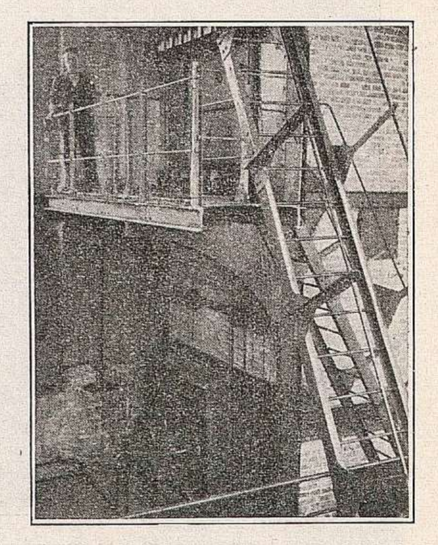
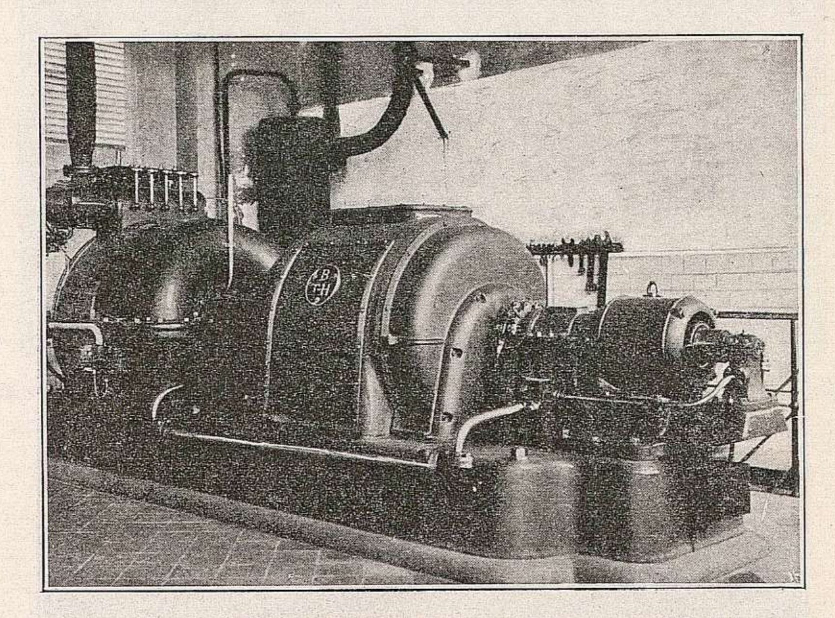
CENTRAL HIDROELECTRICA GENERADORA.—Instalación del tercer grupo generador de 3.000 CV., 1928.



CENTRAL RECEPTORA.—Nuevo edificio, 1928.

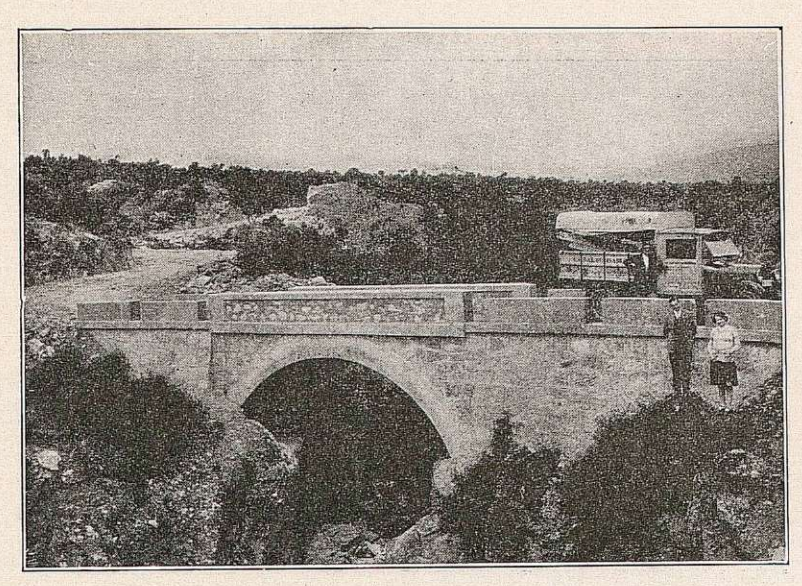


CENTRAL ELEVADORA.—Dos nuevos electro-bombas, capaz cada uno para elevar 250 litros por segundo a 70 metros.—1928.

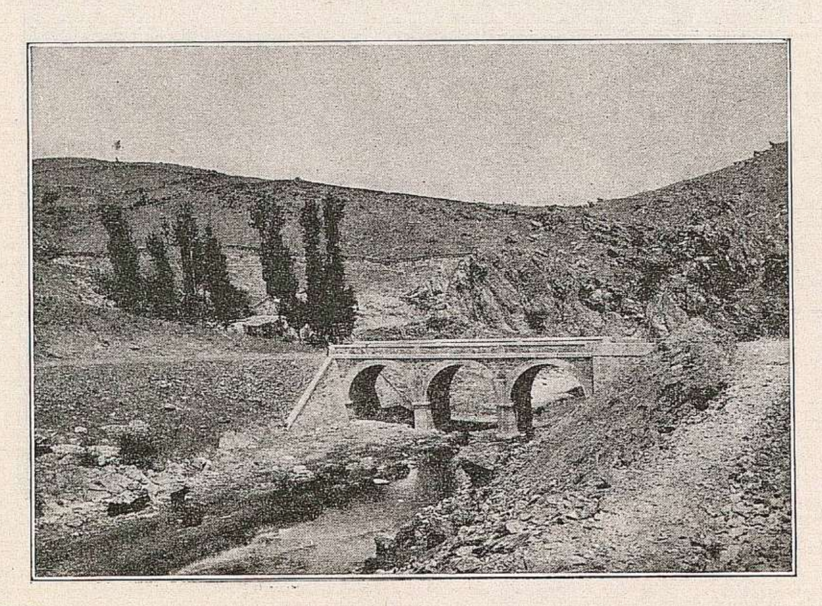




CENTRAL ELEVADORA.—Reserva térmica. Caldera y turbina de vapor de 1.000 CV.

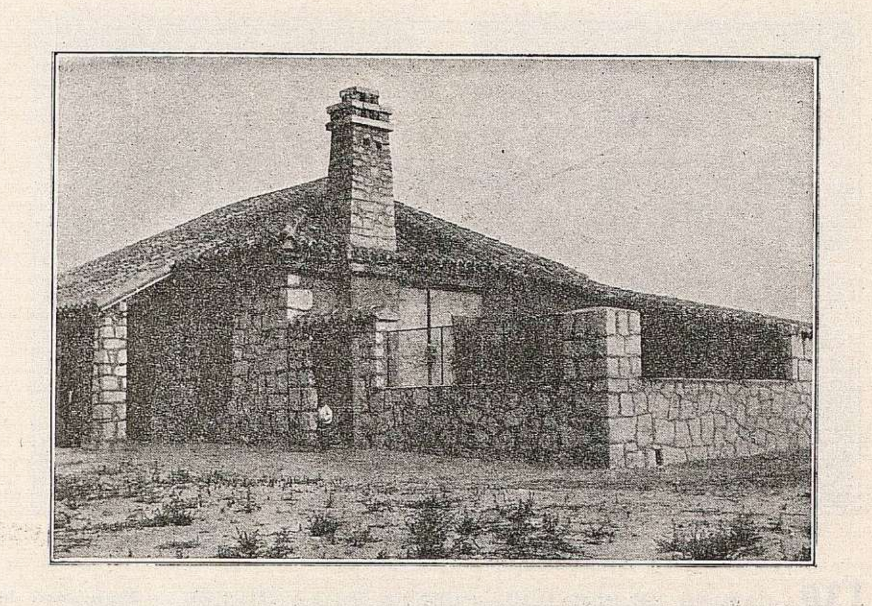
Nuevo canal.—Capaz para seis metros cúbicos por segundo, continuación del canal transversal desde lo alto del Salto de Torrelaguna. Longitud, 55 kms.

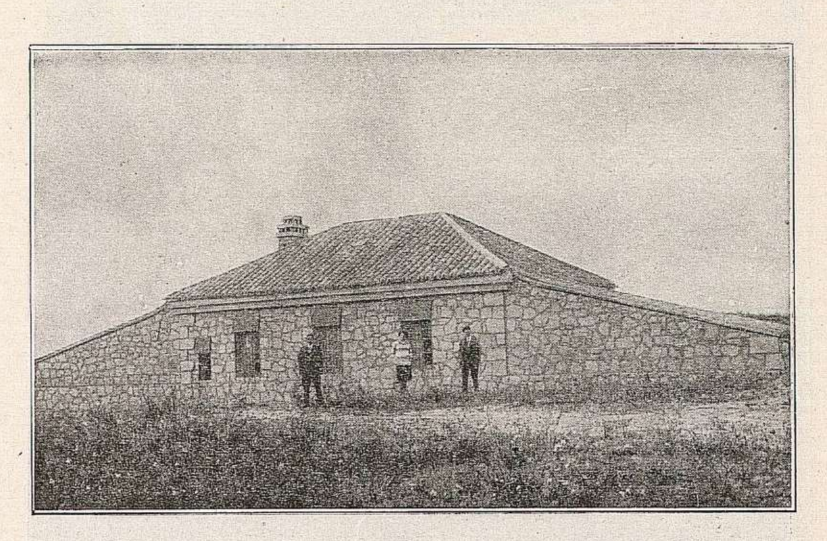


130.—CAMINO DE SERVICIO.—PUENTE DE LA HIGUERA.—Escarzano de siete metros de luz, 1928.

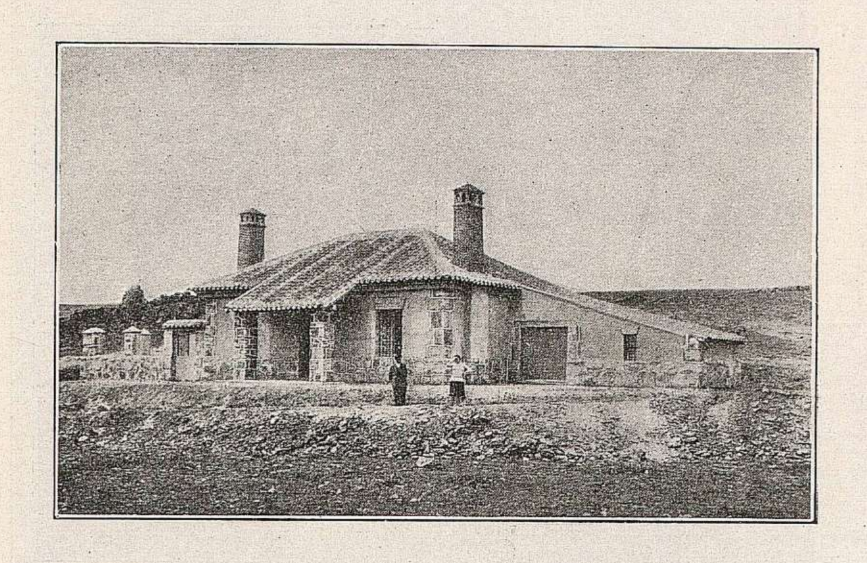


130.—CAMINO DE SERVICIO.—PUENTE DEL GUADALIX.—Tres medios puntos de seis metros de luz, 1928.



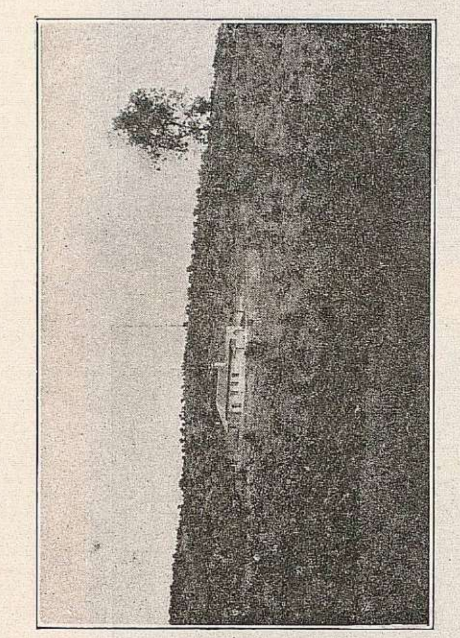


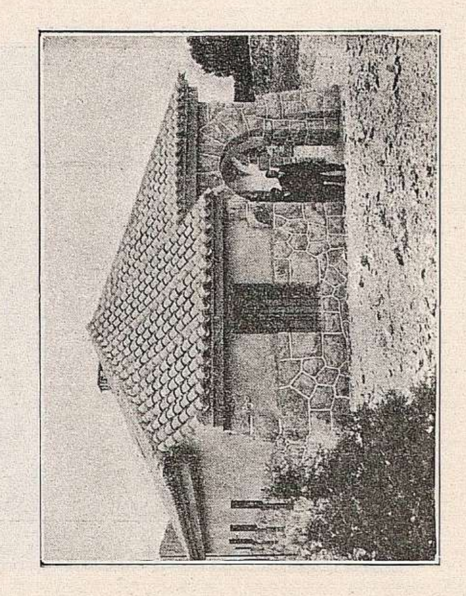
131.—CASAS DE GUARDAS.—Del Goloso, 1929.

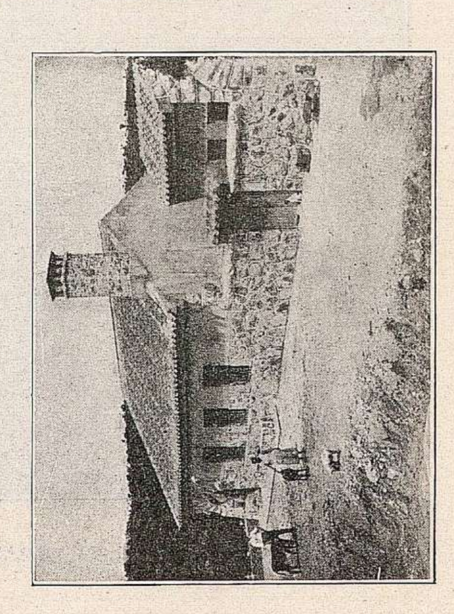




132.—CASAS DE GUARDAS.—De los Pajares, 1929.







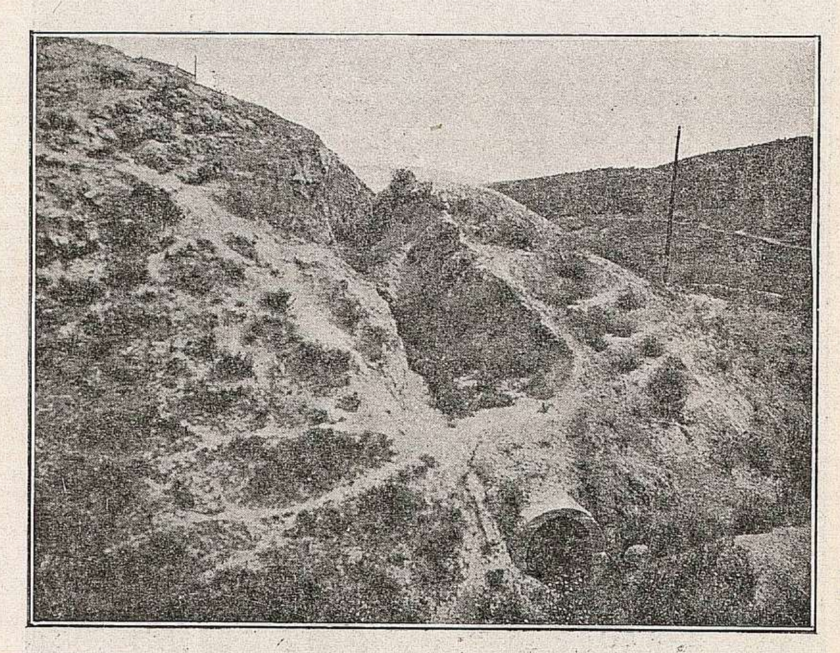
133.—CASAS DE GUARDAS.—De la Retuerta, 1929.

Nuevo canal. Trozo sexto.

134.—SIFON DE SAN VICENTE.—Dos tuberías de 1,40 m. (instalada una). Longitud, 1.296,70 m.; carga, 120,18 m., 1929.



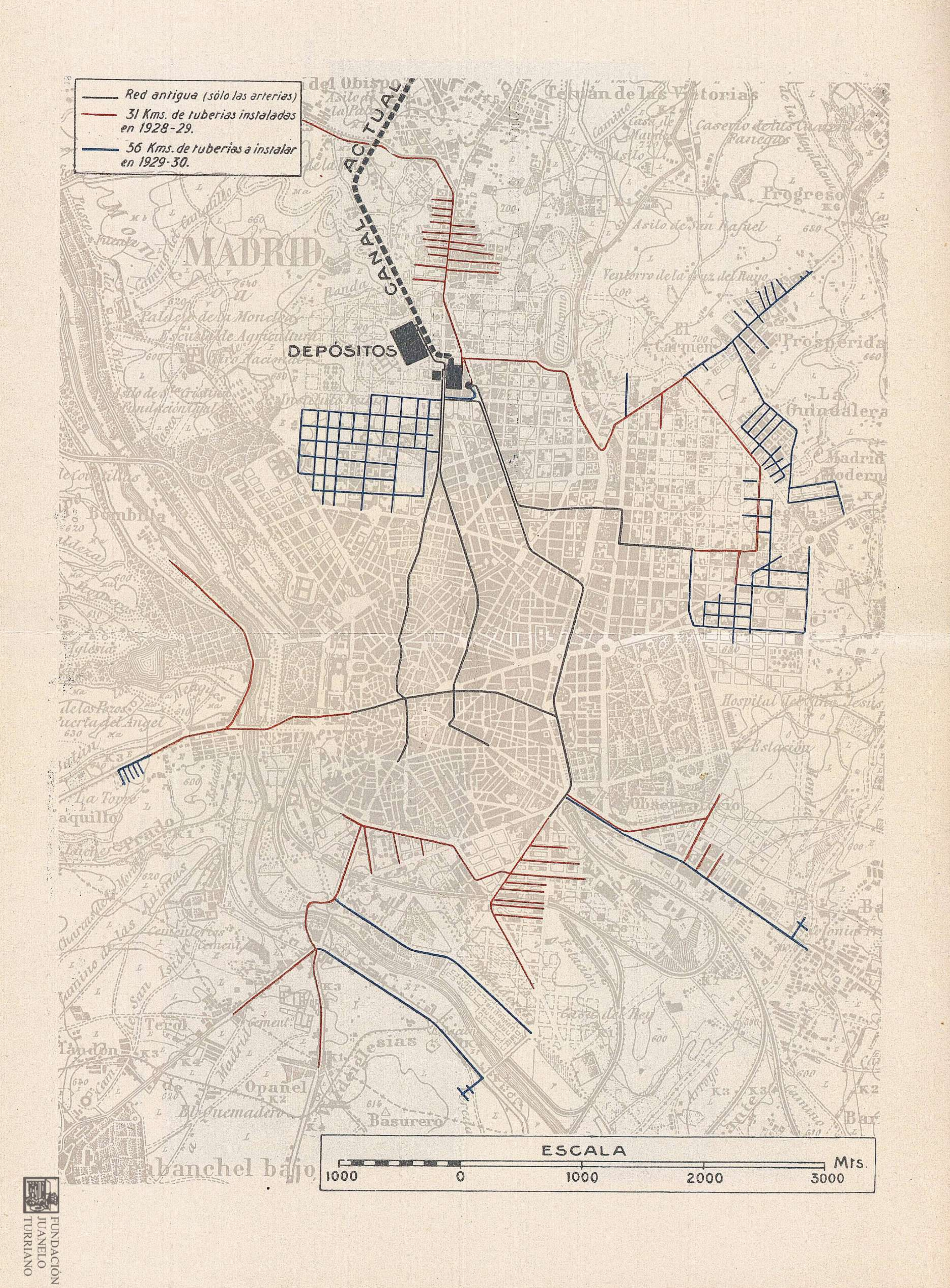
Nuevo Canal. Trozo sexto.



DISPOSICION NORMAL.—Acueducto de hormigón en túnel o en el fondo de trincheras parcialmente rellenas.



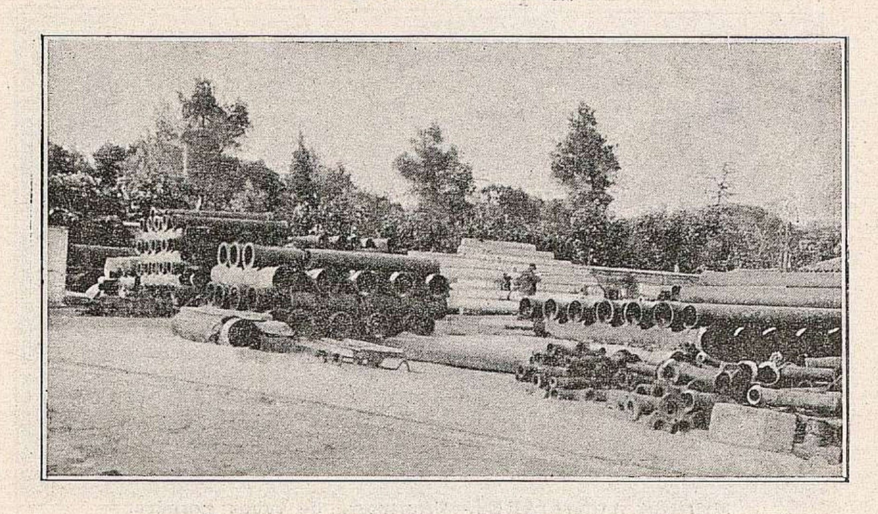
AMPLIACION DE LA RED DE DISTRIBUCION en 1928-1929 y en 1929-1930



Red antigua (sólo las arterias)
31 Kms. de tuberias instaladas en 1928-29.
56 Kms. de tuberias a instalar en 1929-30.
CANAL ACTUAL
DEPÓSITOS
MADRID
ESCALA
1000 0 1000 2000 3000 Mts.


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

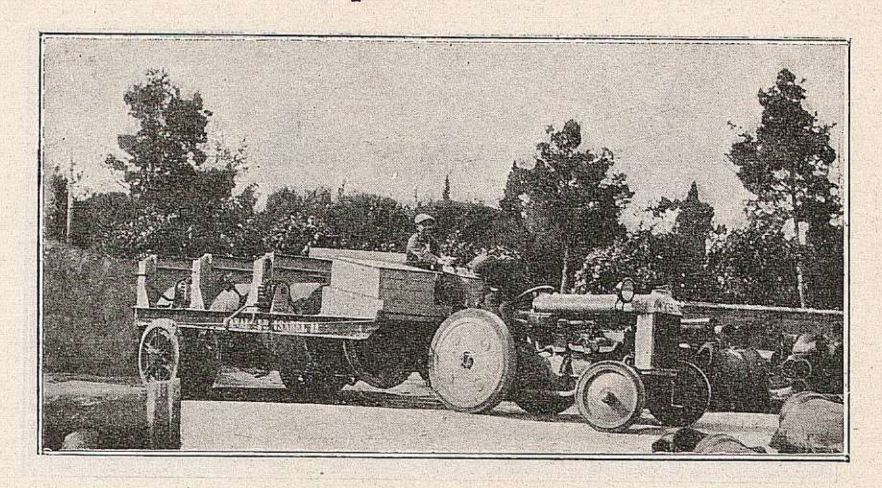
Ampliación de la red.



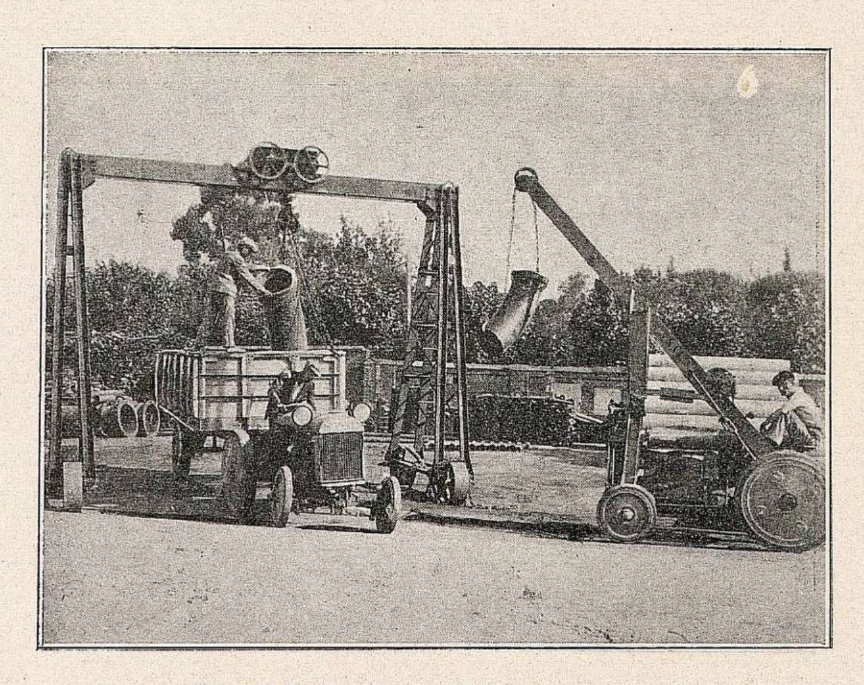
Almacén de tubos.



MEDIOS AUXILIARES.—Levantamiento de firmes.

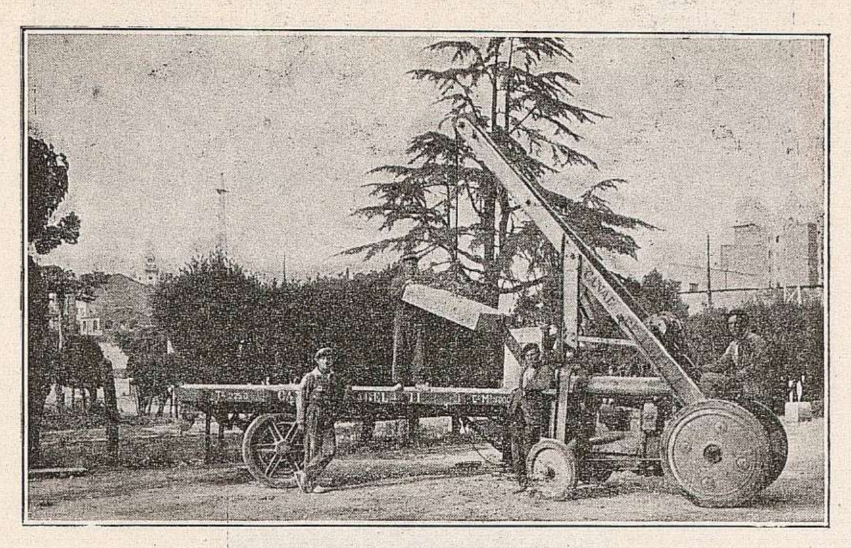


MEDIOS AUXILIARES.—Transporte de tubos grandes.

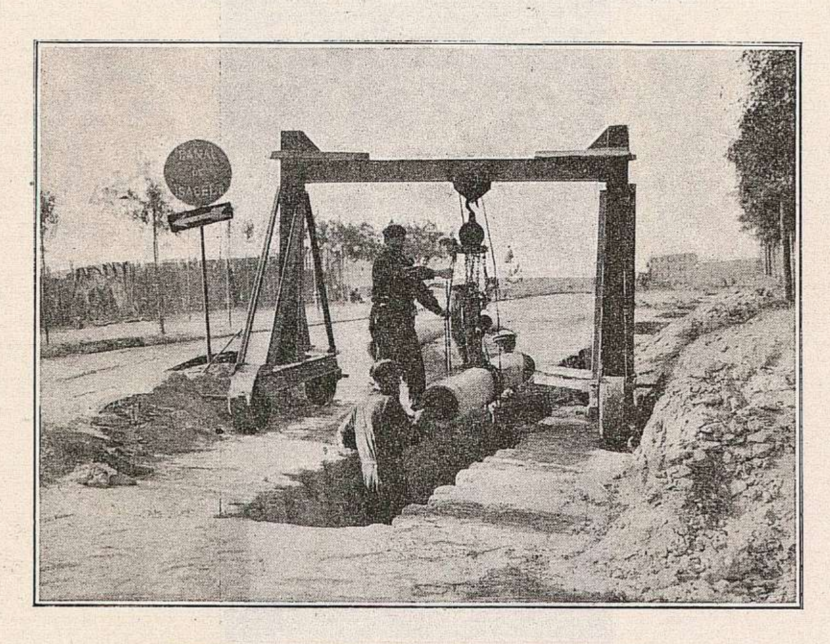


MEDIOS AUXILIARES.—Carga y transporte.

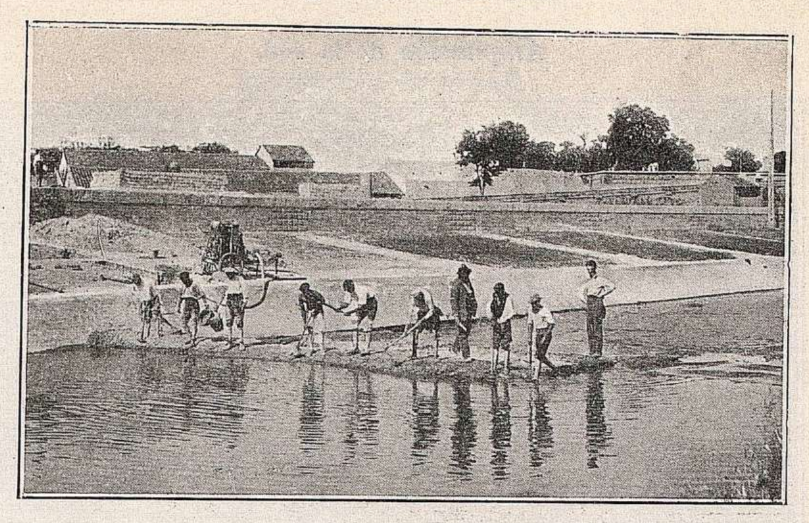
Ampliación de la red.

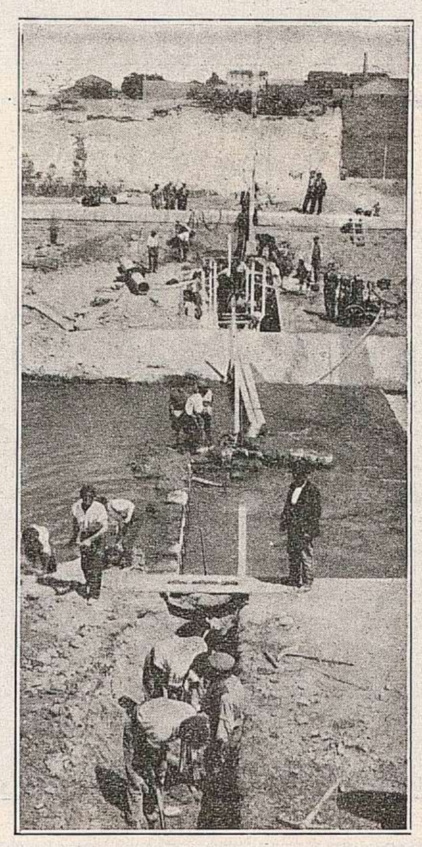


MEDIOS AUXILIARES.—Carga y transporte.



MEDIOS AUXILIARES.—Colocación de tubos.





Tubería atravesando el río.

MEJORAS EN LA EXPLOTACION

Facturación mecánica.

Modelo de factura-recibo.

CANAL DE ISABEL II

Obra pública del Estado
CONSEJO DE ADMINISTRACION
Luna, 11

AVISO

El pago correspondiente a esta liquidación deberá efectuarse dentro de las diez fechas siguientes en las oficinas del Canal, los días laborables, de las diez a las trece horas. La presentación de este aviso facilitará el pago.

Abono de agua por contador

LIQUIDACION TRIMESTRAL

Expediente	FINCA	Viviendas
13.831	Alcalá, 578	10

PROPIETARIO	M.^{3}	Agua en propiedad
Juan Pérez	1,90	

TARIFA	C.ts × M.^{3}	De acequia	Alquiler del contador
General	30-20-10		10,00

A cobrar de Juan Pérez
que vive en P° de la Castellana, 245. Hotel

CALCULO DEL CONSUMO Y DE SU IMPORTE

Lecturas en el contador		Consumo por contador M.^{3}	Consumo por cómputo		A rebajar, de propiedad			A valorar M.^{3}
8 MAR.	11 JUN.		Días	M.^{3}	Por día, M.^{3}	En días	Total, M.^{3}	
10,12	99,87	89,75			1 90	95	1 81	87 94
Del	Días	Viviendas	Máximo, M.^{3}	Efectivo, M.^{3}	Cts. de Pta.	Pesetas	Alquiler del contador Pesetas	Total a cobrar Pesetas
1.er M.^{3}	95	10	9,50	9,50	30	285 00		
2.º M.^{3}	95	10	9,50	9,50	20	190 00		
Resto			68,94	68,94	10	689 40	10 00	1.174 40

CANAL DE ISABEL II

Obra pública del Estado
CONSEJO DE ADMINISTRACION
Luna, 11

Abono de agua por contador

LIQUIDACION TRIMESTRAL

Expediente	FINCA	Viviendas
13831	Alcalá, 578	10

PROPIETARIO	M.^{3}	Agua en propiedad
Juan Pérez	1,90	

TARIFA	C.ts × M.^{3}	De acequia	Alquiler del contador
General	30-20-10		10,00

De Juan Pérez
que vive en P° de la Castellana, 245, hotel

8 MARZO 11 JUNIO 1929
PERIODO

RECIBI *por consumo de agua en el período indicado,*

PESETAS 1.174,40

Tomé razón:
El Interventor,

El Cajero,



Servicio de facturación.

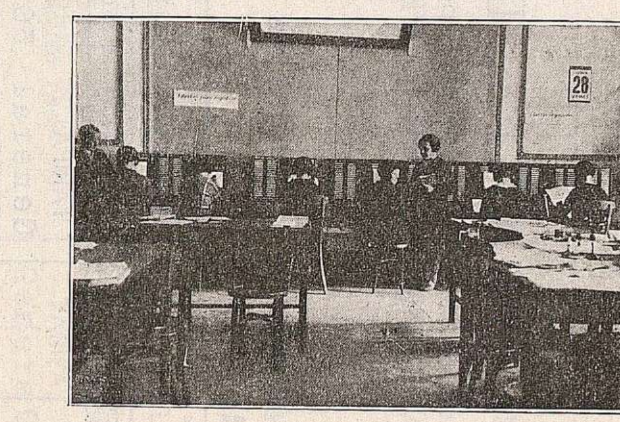


Ordenes y reclamaciones.



Direcciones (sistema Adrema).

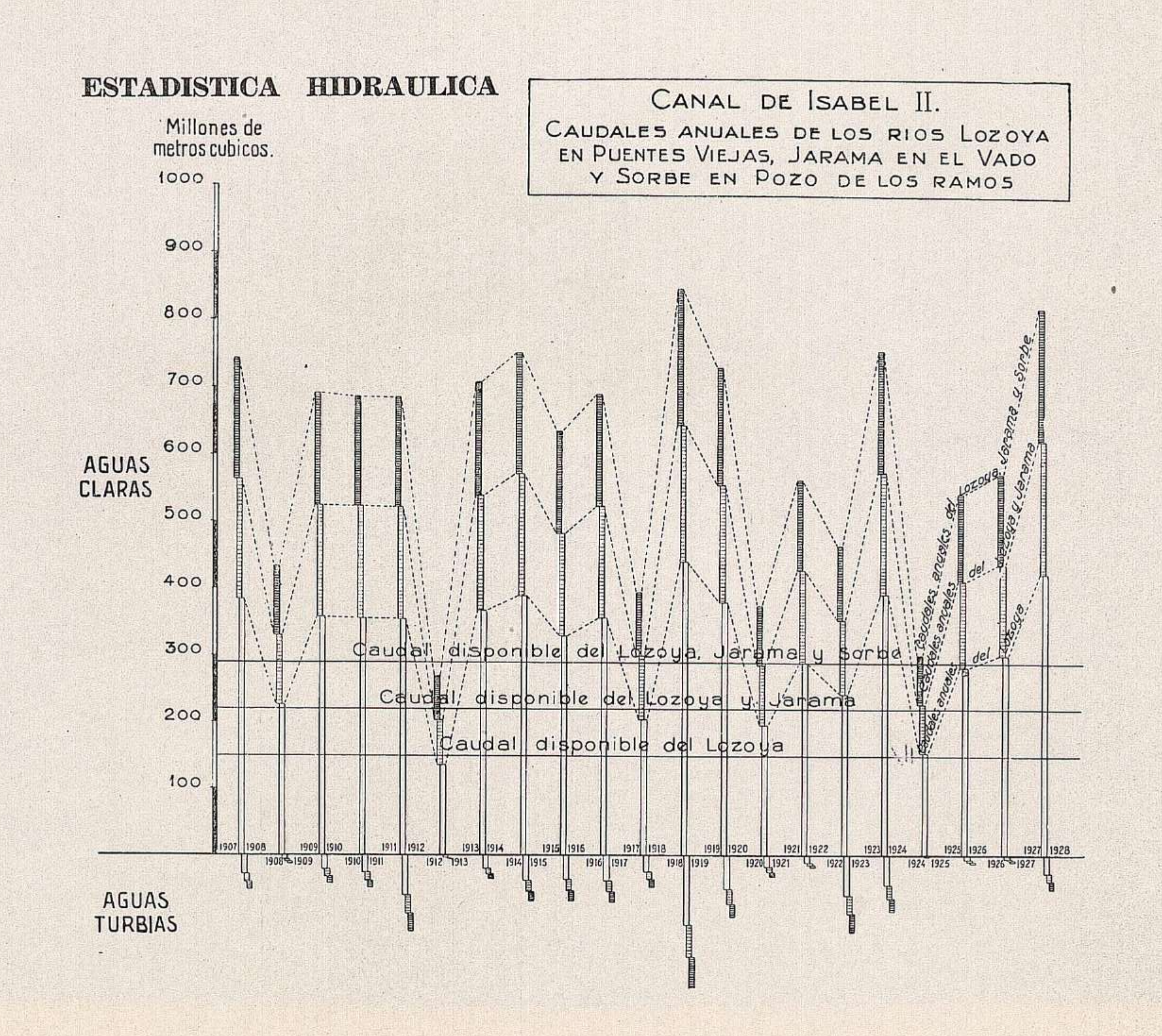
Calculadoras (sistema Burroughs).

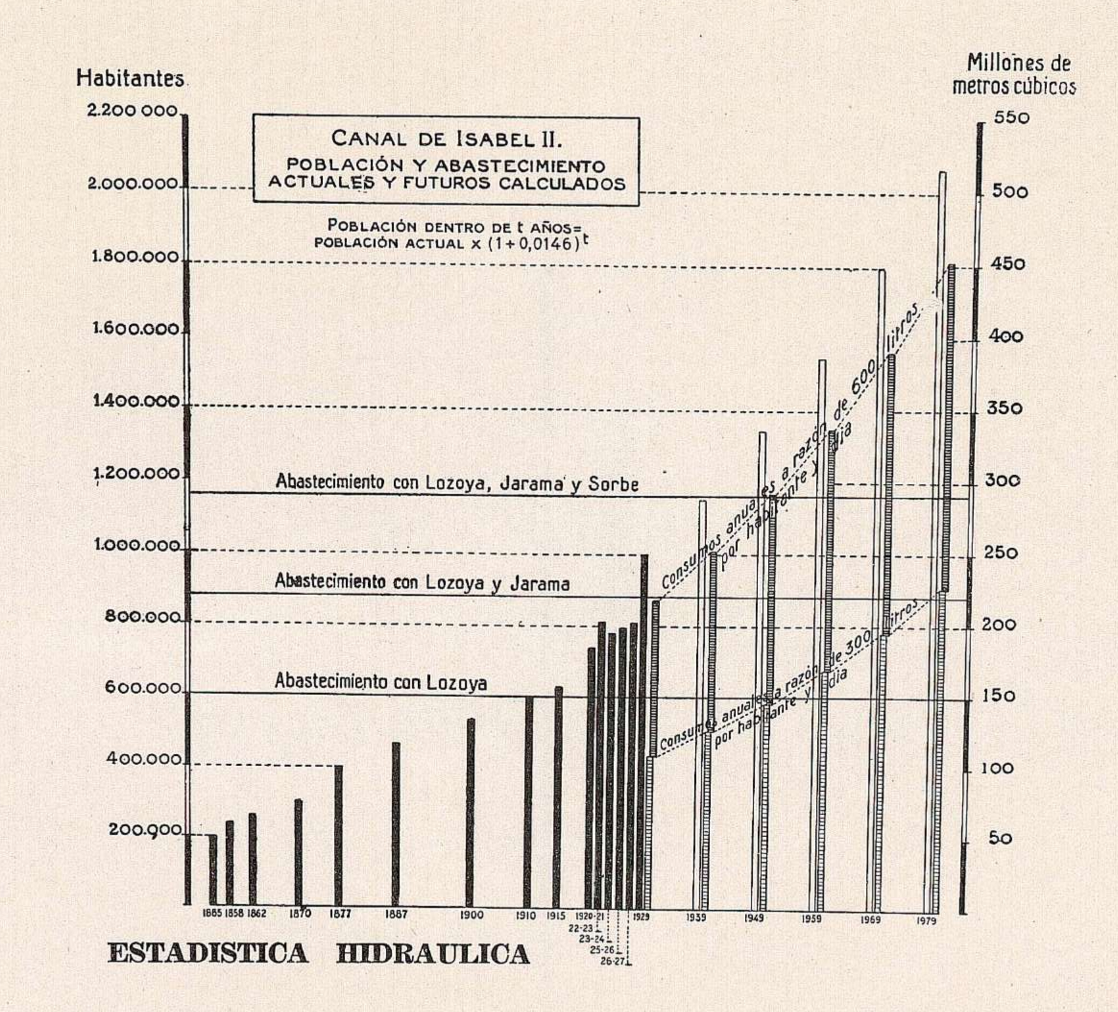


Ficheros (sistema Roneodex).

ESTADISTICA




ESTADISTICA HIDRAULICA
CANAL DE ISABEL II.
CAUDALES ANUALES DE LOS RIOS LOZOYA EN PUENTES VIEJAS, JARAMA EN EL VADO Y SORBE EN POZO DE LOS RAMOS
Millones de metros cubicos.
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
AGUAS CLARAS
AGUAS TURBIAS
Caudal disponible del Lozoya, Jarama y Sorbe
Caudal disponible del Lozoya y Jarama
Caudal disponible del Lozoya
Caudales anuales del Lozoya, Jarama y Sorbe
Caudales anuales del Lozoya y Jarama
Caudales anuales del Lozoya
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928


Habitantes
Millones de metros cúbicos
CANAL DE ISABEL II.
POBLACIÓN Y ABASTECIMIENTO ACTUALES Y FUTUROS CALCULADOS
POBLACIÓN DENTRO DE t AÑOS= POBLACIÓN ACTUAL x (1+0,0146)^{t}
Abastecimiento con Lozoya, Jarama y Sorbe
Abastecimiento con Lozoya y Jarama
Abastecimiento con Lozoya
Consumos anuales a razón de 600 litros por habitante y día
Consumos anuales a razón de 300 litros por habitante y día
2.200.000
2.000.000
1.800.000
1.600.000
1.400.000
1.200.000
1.000.000
800.000
600.000
400.000
200.000
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
1885 1858 1862 1870 1877 1887 1900 1910 1915 1920-21 22-23 23-24 25-26 26-27 1929 1939 1949 1959 1969 1979
ESTADISTICA HIDRAULICA

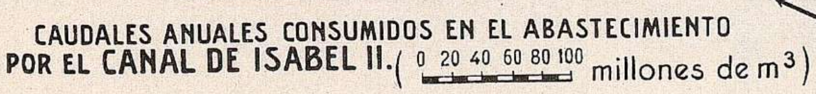

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ESTADISTICA HIDRAULICA

Caudales del Lozoya y consumidos.

Canal de Isabel II.

ESTADÍSTICA HIDRÁULICA





ESTADISTICA ECONOMICA

Coste del Canal — Productos. — Gastos.

CANAL DE ISABEL II.

ESTADÍSTICA ECONÓMICA

OBRAS E INSTALACIONES GASTOS Y PRODUCTOS

AÑOS

COSTE DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

RÉGIMEN DE CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Presas de derivación del Pontón de la Oliva, Navarejos y Guadalix; canal de conducción (76 kms.) y 1.er depósito en Madrid (58.000 m.³); 2.º depósito (183.000 m.³); galerías, tuberías y alcantarillas (169 kms.); riegos:

52.903.397,30 pesetas

RÉGIMEN DE JEFATURA DE OBRAS PÚBLICAS

Presa de El Villar (para embalsar 22 millones de m.³); presas de la Parra y del Guadalix y canales anejos; canal de conducción; acequias en Madrid (17 kms.) 2.º depósito; 3.er depósito (480.000 m.³); distribución (42 kms.); obras diversas:

18.173.921,21 pesetas

En esta época los ingresos y gastos fueron de cuenta del Tesoro público

RÉGIMEN DE CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Presa de Puentes Viejas (para embalsar 23 millones de m.³) y obras anejas a los embalses; saneamiento; canales de conducción (con transversal de 24 kms.); depósitos, incluso el elevado (1500 m.³), galerías y tuberías (151 kms.); aprovechamiento eléctrico (9.000 C.V.); elevación de aguas; expropiaciones; los demás gastos:

58.824.108.16 ptas.

PRODUCTOS ANUALES DE LA EXPLOTACIÓN (▬ 400,000 pesetas)

Por venta de energía

GASTOS ANUALES DE LA EXPLOTACIÓN

POBLACIÓN DE MADRID

(0 200,000 400,000 habitantes)

PRODUCTOS ANUALES POR HABITANTE (0 1 2 3 pesetas)

GASTOS ANUALES POR HABITANTE (0 1 2 3 pesetas)

1851, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 1860, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 1870, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 1880, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 1890, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 1900, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1910, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 1920, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28




FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ESTADISTICA SANITARIA

Fiebre tifoidea en Madrid.

CANAL DE ISABEL II.

ESTADÍSTICA SANITARIA

FIEBRE TIFOIDEA EN MADRID

MORTALIDAD ANUAL POR 100.000 HABITANTES

(0 2 4 6 8 10 unidades)

1889
1890
91
92
93
94
95
96
97
98
99
1900
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1910
11
12
13
14
15
16
17
18
19
1920
21
22
23
24
25
26
27
28

POBLACIÓN DE MADRID

(0 100,000 300,000 habitantes)

TÉRMINOS MEDIOS DE DEFUNCIONES MENSUALES EN LOS ÚLTIMOS DOCE AÑOS

(0 1 2 3 4 5 defunciones)

ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
MAYO
JUNIO
JULIO
AGOSTO
SEPTIEMBRE
OCTUBRE
NOVIEMBRE
DICIEMBRE



ESTADISTICA SANITARIA

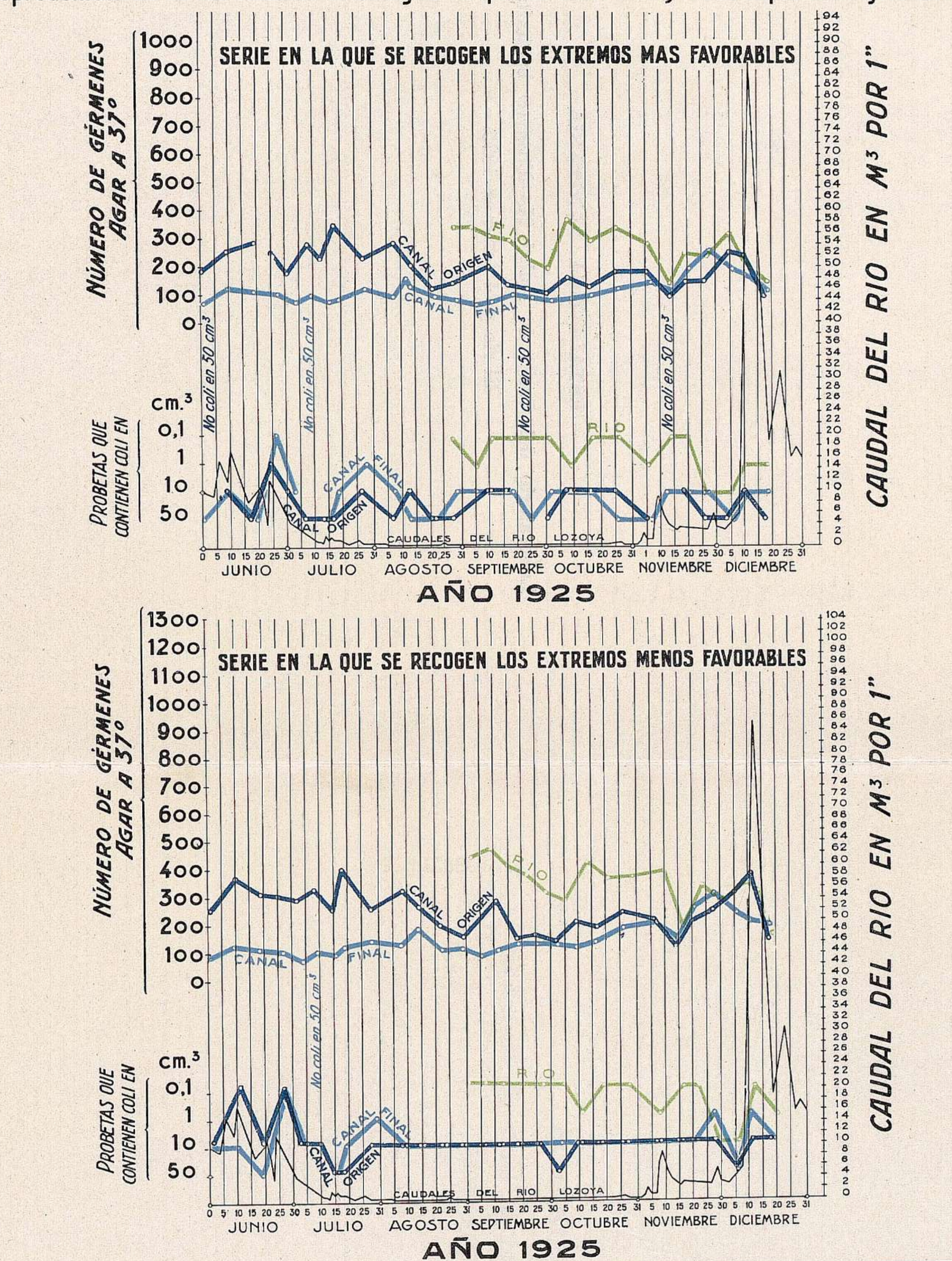
Laboratorio del Canal de Isabel II.—Ensayos bacteriológicos.
El río y el canal en 1925.



Canal de Isabel II. ESTADÍSTICA SANITARIA

ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS SOBRE PROBETAS DOBLES TOMADAS EN EL RIO Y EN EL ORIGEN Y EL FINAL DEL CANAL

Gráficos representativos de los volúmenes de agua en que se halló coli y de la riqueza en gérmenes (Agar a 37°)



	PROCEDENCIA DE LAS PROBETAS	Número de probetas		Número de gérmenes Agar a 37° PROMEDIO	Número de veces que se encontró coli en								Número de veces que no se encontró coli en 50 cm³	
					0,1 cm.³		1 cm.³		10 cm.³		50 cm.³			
		Absoluto	Procentual	Absoluto	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual
RESUMEN DEL 1.er GRÁFICO	Rio Lozoya	16	100	244	8	50	5	31	3	18	0	0	0	0
	Embalses (origen canal)	27	100	195	0	0	1	3	11	40	12	44	3	11
	Partidor y depósitos	28	100	82	1	3	1	3	16	57	9	32	1	3
	Total	71	100		9	12	7	9	30	42	21	29	4	5
RESUMEN DEL 2.º GRÁFICO	Rio Lozoya	16	100	328	10	62	4	25	2	12	0	0	0	0
	Embalses (origen canal)	28	100	232	2	7	0	0	22	78	4	14	0	0
	Partidor y depósitos	28	100	140	1	3	3	10	20	71	3	10	1	3
	Total	72	100		13	18	7	9	44	61	7	9	1	1
RESUMEN DE AMBOS GRÁFICOS	Rio Lozoya	32	100	286	18	56	9	28	5	15	0	0	0	0
	Embalses (origen canal)	55	100	214	2	3	1	1	33	60	16	29	3	5
	Partidor y depósitos	56	100	111	2	3	4	7	36	64	12	21	2	3
	Total	143	100		22	15	14	9	74	51	28	19	5	3

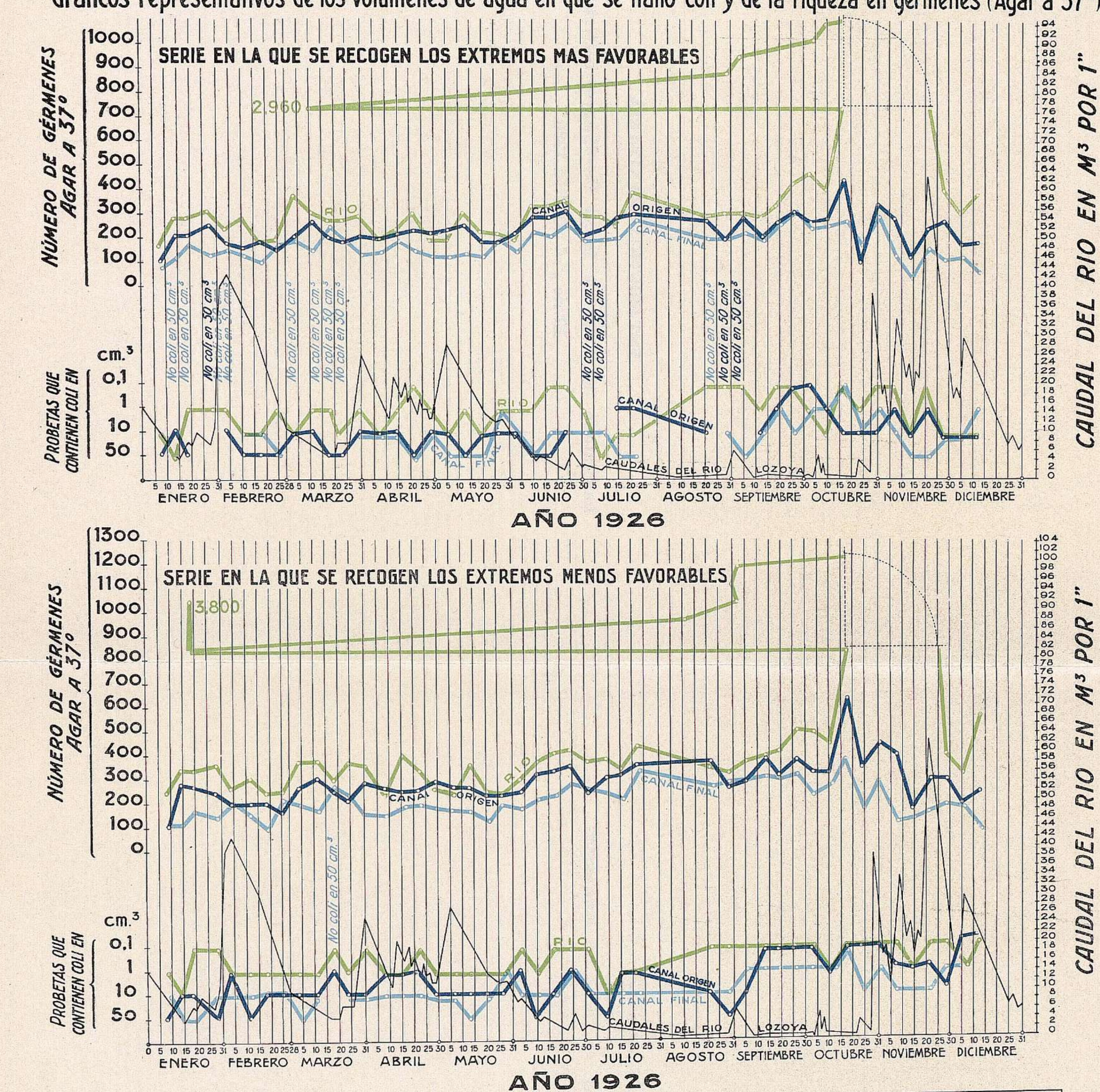
ESTADISTICA SANITARIA

Laboratorio del Canal de Isabel II.—Ensayos bacteriológicos. El río y el canal en 1926.

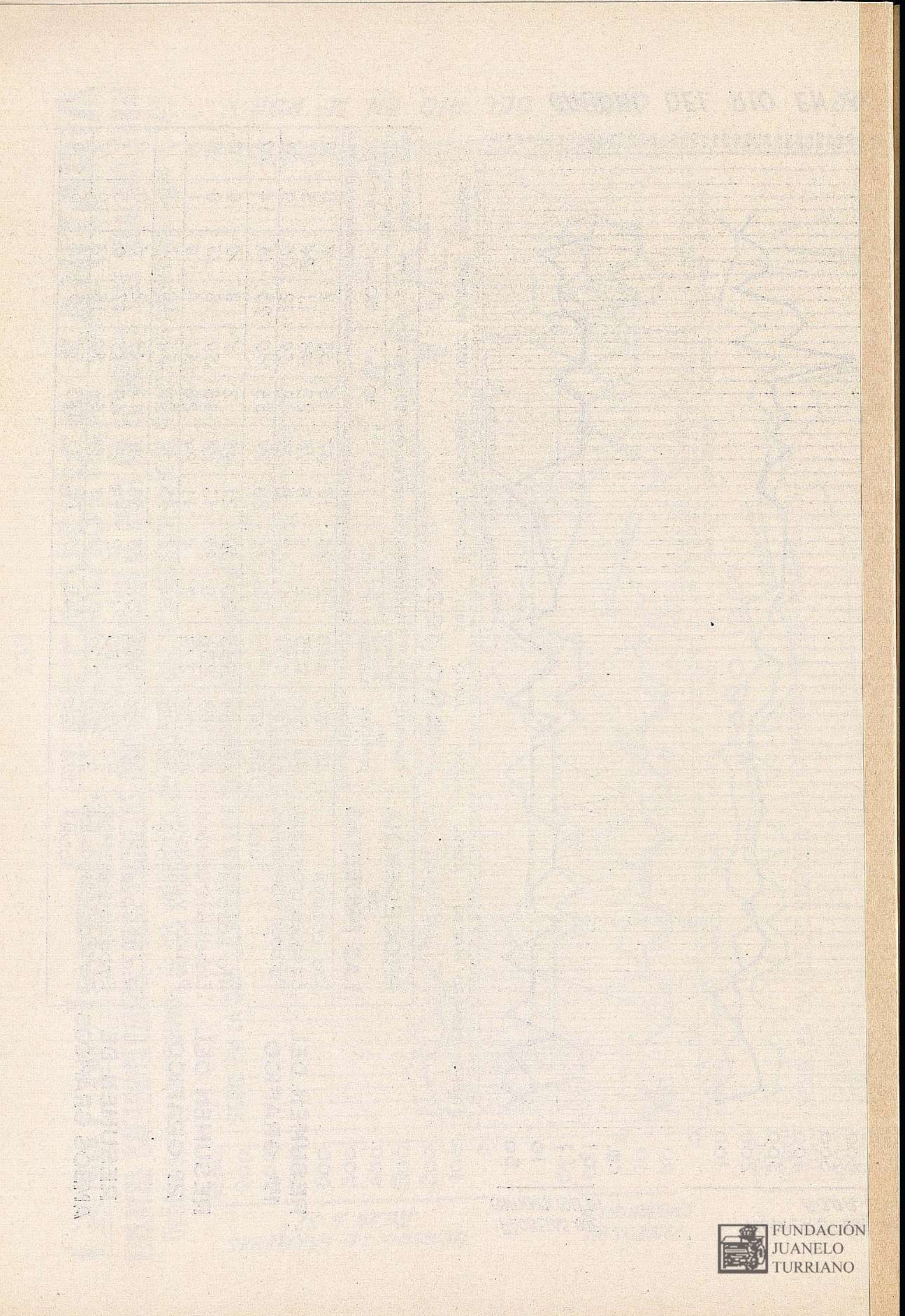
Canal de Isabel II. ESTADÍSTICA SANITARIA

ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS SOBRE PROBETAS DOBLES TOMADAS EN EL RIO Y EN EL ORIGEN Y EL FINAL DEL CANAL

Gráficos representativos de los volúmenes de agua en que se halló coli y de la riqueza en gérmenes (Agar a 37°)



	PROCEDENCIA DE LAS PROBETAS	Número de probetas Absoluto	Número de probetas Procentual	Número de gérmenes Agar a 37° PROMEDIO Absoluto	0,1 cm.³ Absoluto	0,1 cm.³ Procentual	1 cm.³ Absoluto	1 cm.³ Procentual	10 cm.³ Absoluto	10 cm.³ Procentual	50 cm.³ Absoluto	50 cm.³ Procentual	Número de veces que no se encontró coli en 50 cm³ Absoluto	Número de veces que no se encontró coli en 50 cm³ Procentual
RESUMEN DEL 1.ER GRÁFICO	Rio Lozoya	46	100	440	12	26	17	37	15	33	2	4	0	0
	Embalses (origen canal)	46	100	235	2	4	6	13	22	48	11	24	5	11
	Partidor y depósitos	46	100	181	1	2	6	13	18	39	12	26	9	20
	Total	138	100		15	11	29	21	55	40	25	18	14	10
RESUMEN DEL 2º GRÁFICO	Rio Lozoya	46	100	535	23	50	21	46	2	4	0	0	0	0
	Embalses (origen canal)	46	100	295	9	20	13	28	18	39	6	13	0	0
	Partidor y depósitos	46	100	223	2	4	11	24	28	61	4	9	1	2
	Total	138	100		34	24	45	33	48	35	10	7	1	1
RESUMEN DE AMBOS GRÁFICOS	Rio Lozoya	92	100	488	35	38	38	41	17	18	2	3	0	0
	Embalses (origen canal)	92	100	265	11	12	19	21	40	43	17	9	5	5
	Partidor y depósitos	92	100	202	3	4	17	18	46	50	16	17	10	11
	Total	276	100		49	18	74	27	103	37	35	13	15	5



ESTADISTICA SANITARIA

Laboratorio del Canal de Isabel II.—Ensayos bacteriológicos. El río y el canal en 1927.



CANAL DE ISABEL II. ESTADÍSTICA SANITARIA

ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS SOBRE PROBETAS DOBLES TOMADAS EN EL RIO Y EN EL ORIGEN Y EL FINAL DEL CANAL

Gráficos representativos de los volúmenes de agua en que se halló coli y de la riqueza en gérmenes (Agar a 37°)

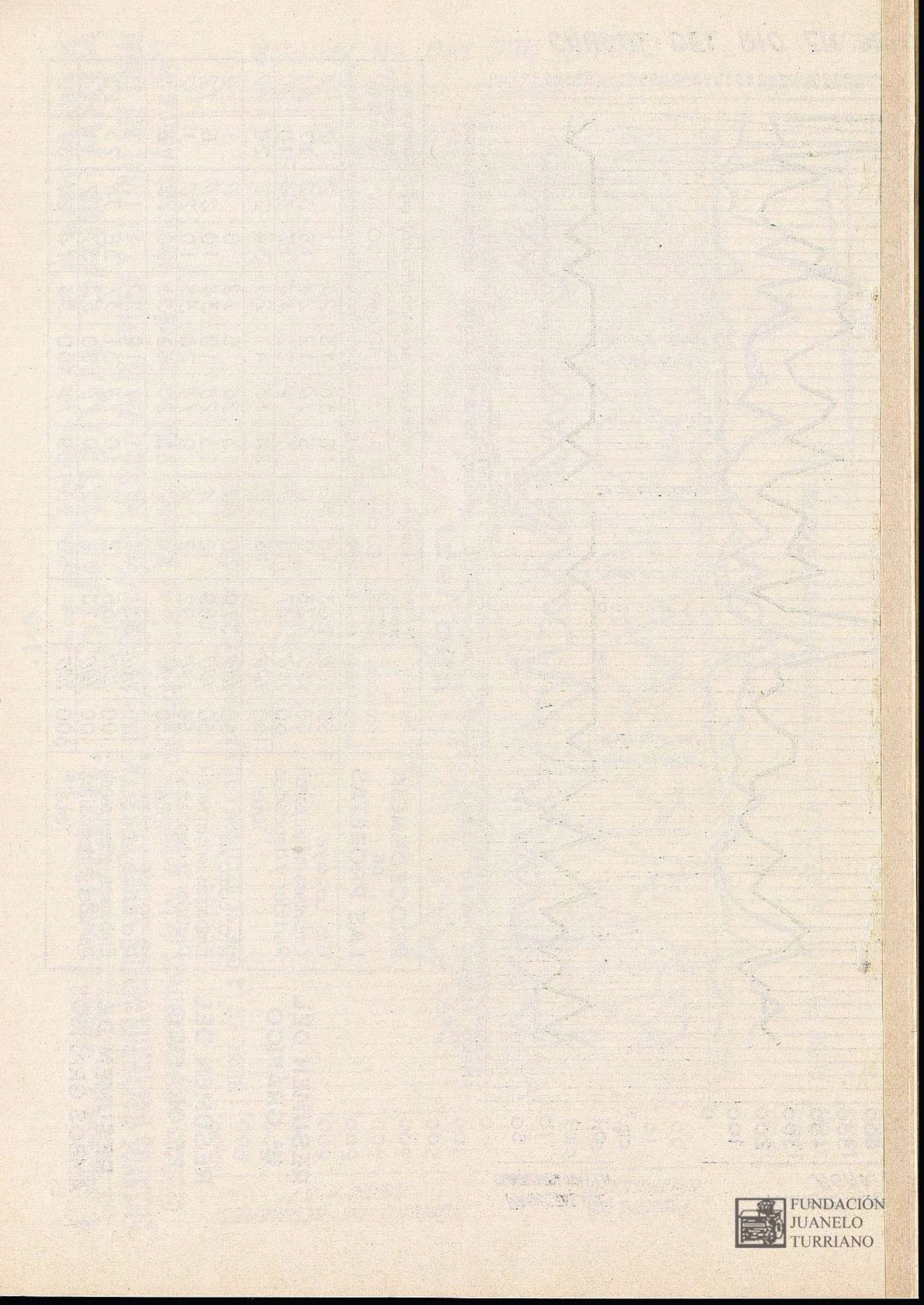
SERIE EN LA QUE SE RECOGEN LOS EXTREMOS MÁS FAVORABLES

AÑO 1927

SERIE EN LA QUE SE RECOGEN LOS EXTREMOS MENOS FAVORABLES

AÑO 1927

	PROCEDENCIA DE LAS PROBETAS	Número de probetas Absoluto	Número de probetas Procentual	Número de germenes Agar a 37° PROMEDIO Absoluto	0.1 cm.³ Absoluto	0.1 cm.³ Procentual	1 cm.³ Absoluto	1 cm.³ Procentual	10 cm³ Absoluto	10 cm³ Procentual	50 cm.³ Absoluto	50 cm.³ Procentual	Número de veces que no se encontró coli en 50 cm.³ Absoluto	Número de veces que no se encontró coli en 50 cm.³ Procentual
RESUMEN DEL 1.ER GRÁFICO	Rio Lozoya	50	100	283	16	32	18	36	13	26	1	2	2	4
	Embalses (origen canal)	50	100	123	0	0	5	10	12	24	16	32	17	34
	Partidor y depósitos	50	100	47	0	0	1	2	22	44	17	34	10	20
	Total	150	100		16	10	24	16	47	28	34	22	29	19
RESUMEN DEL 2.º GRÁFICO	Rio Lozoya	50	100	379	30	60	13	26	6	12	0	0	1	2
	Embalses (origen canal)	50	100	189	2	4	13	26	19	38	10	20	6	12
	Partidor y depósitos	50	100	92	2	4	9	18	28	56	10	20	1	2
	Total	150	100		34	22	35	23	53	35	20	13	8	5
RESUMEN DE AMBOS GRÁFICOS	Rio Lozoya	100	100	331	46	46	31	31	19	19	1	1	3	3
	Embalses (origen canal)	100	100	156	2	2	18	18	31	31	36	36	23	23
	Partidor y depósitos	100	100	70	2	2	10	10	50	50	37	37	11	11
	Total	300	100		50	16	59	19	100	33	74	24	37	12



ESTADISTICA SANITARIA

Laboratorio del Canal de Isabel II. — Ensayos bacteriológicos. El río y el canal en 1928.



CANAL DE ISABEL II. ESTADÍSTICA SANITARIA

ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS SOBRE PROBETAS DOBLES TOMADAS EN EL RIO Y EN EL ORIGEN Y EL FINAL DEL CANAL

Gráficos representativos de los volúmenes de agua en que se halló coli y de la riqueza en gérmenes (Agar a 37°)

	PROCEDENCIA DE LAS PROBETAS	Número de probetas		Número de gérmenes Agar a 37° PROMEDIO	Número de veces que se encontró coli en								Número de veces que no se encontró coli en 50 cm.³	
					0,1 cm.³		1 cm.³		10 cm.³		50 cm.³			
		Absoluto	Procentual	Absoluto	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual
RESUMEN DEL 1.er GRÁFICO	Rio Lozoya	50	100	409	11	22	15	30	19	38	4	8	1	2
	Embalses (origen canal)	50	100	276	0	0	1	2	2	24	11	22	26	52
	Partidor	50	100	57	0	0	2	4	9	18	16	32	23	46
	Total	150	100		11	7	18	12	40	26	31	20	50	33
RESUMEN DEL 2.º GRÁFICO	Rio Lozoya	50	100	527	21	42	22	44	6	12	1	2	0	0
	Embalses (origen canal)	50	100	386	0	0	12	24	14	28	12	24	12	24
	Partidor	50	100	116	1	2	5	10	20	40	13	26	11	22
	Total	150	100		22	14	39	26	40	26	26	17	23	15
RESUMEN DE AMBOS GRÁFICOS	Rio Lozoya	100	100	468	32	32	37	37	25	25	5	5	1	1
	Embalses (origen canal)	100	100	331	0	0	13	13	26	26	23	23	38	38
	Partidor	100	100	86	1	1	7	7	29	29	39	39	34	34
	Total	300	100		33	11	57	19	80	26	67	22	73	24



ESTADISTICA SANITARIA

Laboratorio del Canal de Isabel II.—Ensayos bacteriológicos. Los depósitos de cabecera de la red de distribución en 1928.

CANAL DE ISABEL II. ESTADÍSTICA SANITARIA

ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS SOBRE PROBETAS DOBLES TOMADAS EN LOS DEPÓSITOS DE CABECERA DE LA RED

Gráficos representativos de los volúmenes de agua en que se halló coli fecal y de la riqueza en gérmenes (Agar a 37°)

AÑO 1928 — 1er SEMESTRE

SERIE EN LA QUE SE RECOGEN LOS EXTREMOS MAS FAVORABLES

NÚMERO DE GÉRMENES AGAR A 37°

500 400 300 200 100 0

DEPÓSITOS DE MADRID

Existía en los Depósitos agua del Río Guadalix

PROBETAS QUE CONTIENEN COLI FECAL EN

cm.3 0.1 1 10 50

Mínimo de pureza bacteriológica requerido por el Reglamento de Sanidad

DEPÓSITOS DE MADRID

ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO

AÑO 1928 — 2º SEMESTRE

NÚMERO DE GÉRMENES AGAR A 37°

500 400 300 200 100 0

DEPÓSITOS DE MADRID

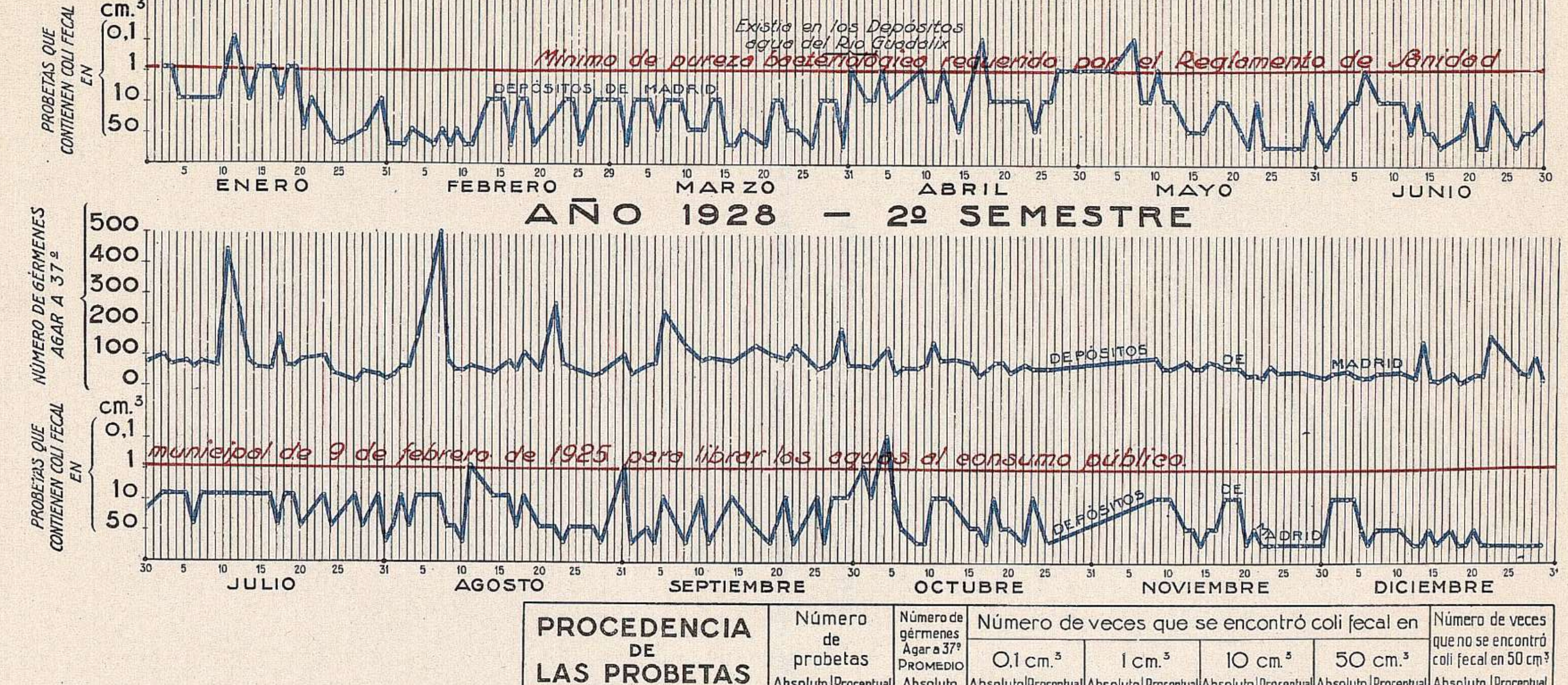
PROBETAS QUE CONTIENEN COLI FECAL EN

cm.3 0.1 1 10 50

municipal de 9 de febrero de 1925 para librar las aguas al consumo público.

DEPÓSITOS DE MADRID

JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE



	PROCEDENCIA DE LAS PROBETAS	Número de probetas		Número de gérmenes Agar a 37° PROMEDIO	Número de veces que se encontró coli fecal en								Número de veces que no se encontró coli fecal en 50 cm³	
					0.1 cm.³		1 cm.³		10 cm.³		50 cm.³			
		Absoluto	Procentual	Absoluto	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual	Absoluto	Procentual
RESUMEN DEL 1er GRÁFICO	Depósitos de Madrid	248	100	61	0	0	8	3	47	18	65	26	128	51
RESUMEN DEL 2º GRÁFICO	Depósitos de Madrid	248	100	94	4	1	24	9	101	41	57	21	62	25
RESUMEN DE AMBOS GRÁFICOS	Depósitos de Madrid	248	100	77	4	0	32	6	148	29	122	24	190	38


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ESTADISTICA COMPARADA

de abastecimientos de grandes ciudades del Mundo.

143

EL CANAL DE ISABEL II
ENTRE LOS GRANDES ABASTECIMIENTOS DEL MUNDO
LITROS POR HABITANTE Y DIA

Millones de Habits. — Litros
7 — 700
6 — 600
5 — 500
4 — 400
3 — 300
2 — 200
1 — 100
0 — 0

Millones de habitantes
Litros por habitante y dia

Chicago 1108
Filadelfia 627
Montreal 609
Toronto 572
San Luis 540
Cleveland 534
Nueva York 506
Baltimore 500
Milwaukee 498
Washington 497
Lyon 338
Zurich 268
Melbourne 265
Glasgow 257
Oslo 255
Manila 250
Edimburgo 222
Bombay 221
Madrid 218
Burdeos 210
Sidney 201
Londres 168
Leningrado 164
Belfast 164
Dublin 164
Viena 161
Manchester 157
Liverpool 157
Leeds 156
Newcastle 152
Hamburgo 143
Lisboa 142
Copenhague 136
Budapest 127
Birmingham 122
Berlin 118
Rotterdam 115
Varsovia 96
Leipzig 90
Amsterdam 89
Breslau 84
Montevideo 72
La Haya 68

518

144

EL CANAL DE ISABEL II
ENTRE LOS GRANDES ABASTECIMIENTOS DEL MUNDO
COSTE DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

Millones de Habits. — Pesetas
7 — 700
6 — 600
5 — 500
4 — 400
3 — 300
2 — 200
1 — 100
0 — 0

Millones de habitantes
Coste en millones

Nueva York 1956,21
Londres 1277,84
Chicago 497,66
Filadelfia 373,24
Sidney 371,70
Baltimore 285,11
Manchester 266,24
Berlin 261,76
Cleveland 233,92
Bombay 227,02
Birmingham 224,37
San Luis 182,93
Liverpool 175,71
Melbourne 164,07
Montreal 149,44
Glasgow 131,09
Viena 130,00
Madrid 122,44
Leeds 119,87
Newcastle 105,31
Toronto 90,72
Milwaukee 82,94
Edimburgo 80,57
Amsterdam 72,92
Belfast 61,88
Hamburgo 58,32
Washington 54,68
Varsovia 54,64
Lyon 50,00
Budapest 48,10
Copenhague 43,06
Leipzig 37,22
Dublin 31,30
Rotterdam 30,11
Lisboa 27,85
Zurich 24,54
La Haya 22,92
Oslo 22,22
Busdeos 20,00
Manila 12,65



145

EL CANAL-DE ISABEL II
ENTRE LOS GRANDES ABASTECIMIENTOS DEL MUNDO
EXPLOTACION - INGRESO ANUAL POR HABITANTE

Millones de habitantes
Ingreso en pesetas

MILLONES DE HABITS.: 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7
Pesetas: 0 – 3 – 6 – 9 – 12 – 15 – 18 – 21

Toronto 32,12
Montreal 31,76
Cleveland 22,66
Sidney 21,59
San Luis 21,47
Milwaukee 20,69
Baltimore 19,62
Montevideo 19,01
Birmingham 18,85
Zurich 18,78
Filadelfia 18,51
Chicago 18,34
Leeds 17,59
Londres 17,55
Nueva York 15,92
Leningrado 15,71
Melbourne 15,42
Amsterdam 14,55
La Haya 13,86
Newcastle 13,21
Liverpool 12,81
Washington 12,61
Manchester 12,40
Belfast 12,19
Rotterdam 11,95
Bombay 10,77
Oslo 9,77
Dublin 9,10
Manila 8,81
Berlin 8,56
Glasgow 8,52
Hamburgo 8,07
Budapest 7,84
Breslau 7,51
Leipzig 6,81
Varsovia 6,10
Madrid 4,86
Viena 3,36
Lisboa 2,87
Lyon 2,10
Burdeos 1,82

146

EL CANAL DE ISABEL II
ENTRE LOS GRANDES ABASTECIMIENTOS DEL MUNDO
EXPLOTACION - GASTO ANUAL POR HABITANTE

Millones de habitantes
Gasto en pesetas

MILLONES DE HABITS.: 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7
Pesetas: 0 – 3 – 6 – 9 – 12 – 15 – 18 – 21

San Luis 14,19
Toronto 14,06
Chicago 11,35
Washington 11,11
Cleveland 9,29
Baltimore 9,20
Londres 8,86
Montevideo 8,76
Filadelfia 7,65
Sidney 7,51
Leningrado 6,72
Montreal 6,58
Budapest 6,44
Liverpool 6,41
Milwaukee 6,38
Nueva York 6,02
Dublin 6,00
Newcastle 5,72
Edimburgo 5,37
Leeds 5,12
Birmingham 4,83
Zurich 4,70
Glasgow 4,62
Rotterdam 4,32
Berlin 3,93
Belfast 3,80
Breslau 3,76
Amsterdam 3,56
Varsovia 3,25
Manchester 3,14
Hamburgo 3,01
La Haya 2,86
Oslo 2,64
Melbourne 2,61
Bombay 2,09
Madrid 2,09
Manila 1,97
Lisboa 1,54
Viena 1,42
Burdeos 0,91
Lyon 0,42





147.—La Reina Doña Isabel II, titular del Canal.

148.—El Ministro Don Juan Bravo Murillo, fundador.

149.—El Ministro Don Juan Bravo Murillo. Busto de bronce (primera parte, I).

INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS †

150

151

152

150.—Don Juan de Rivera, autor, con Don Juan Rafo, de la Memoria de 15 de diciembre de 1848, decisiva de las obras del Canal de Isabel II, las cuales proyectó y dirigió de 1858 a 1867.

151.—Don Juan Rafo, autor, con Don Juan de Rivera, de la Memoria antes indicada.

152.—Don Lucio del Valle, que proyectó y dirigió las obras del Canal de 1856 a 1858.

No se ha encontrado retrato de Don José María Otero, eminente ingeniero, primer director de las obras, que las proyectó y organizó de 1851 a 1856.



153

154

155

153.—Don José Morer, que proyectó y ejecutó el segundo depósito y la primera red de distribución, y proyectó, con Don Elzeario Boix, la presa de El Villar, de 1867 a 1877.

154.—Don Elzeario Boix, que con Don José Morer proyectó la presa de El Villar y ejecutó la obra, 1869 a 1882.

155.—Don Diego Martín-Montalvo, que estudió y proyectó la distribución de aguas en el ensanche de Madrid, en 1899.

HONORES ALCANZADOS POR EL CANAL DE ISABEL II

156.—Medalla de la fundación del Canal en 1851 (plata y bronce).

157.—Premio en la Exposición de Productos Agrícolas de Madrid, en 1857, a la colección de herramientas, atalajes y aperos empleados en las obras del Canal.

158.—Diploma de Honor en el IX Congreso Internacional de Higiene. Madrid, 1898.

159.—Diploma en la Exposición Internacional de Higiene. Dresde, 1911.

160.—Diploma de Honor en el Congreso Nacional de Medicina de Madrid, 1919.

161.—Medalla de Oro a las presas del Canal de Isabel II en la Exposición aneja al IV Congreso Nacional de Riegos. Barcelona, 1927.



PUBLICACIONES DEL CANAL DE ISABEL II

162 a 168.—Siete vitrinas contienen las publicaciones que se expresan:

Año de la publicación.	ASUNTO	AUTOR	Volúmenes.
1849	Conducción de aguas a Madrid	Don Juan Rafo y don Juan de Ribera, ingenieros de Caminos	1
1853	Las obras del Canal en 31 diciembre 1852......	Don José García Otero, ingeniero de Caminos.........	1
1854	Idem íd. íd. 1853.........	Idem	1
1855	Idem íd. íd. 1854.........	Idem	1
1855	Distribución de las aguas.	Don José Morer, ingeniero de Caminos.....................	1
1856	Las obras del Canal en 31 diciembre 1855......	Conde de Sástago..............	1
1857	Idem íd. íd. 1856.........	Don Lucio del Valle, ingeniero de Caminos...........	1
1857	Coste de las obras.........	Idem	1
1857	Filtraciones del Lozoya cerca del Pontón de la Oliva.....................	Idem	1
1858	Memorias y documentos de la *Revista de Obras públicas* de 1857-58...	Don José Morer, ingeniero de Caminos.....................	1
1858	Los sifones del Canal....	Inchaurrandieta, Sanz, Bellido, Olano y Cejudo, ingenieros de Caminos.......	1
1861	Las obras del Canal en 31 diciembre 1860......	Don Juan de la Ribera, ingeniero de Caminos.........	1
1894	Nuevo depósito de aguas en Madrid	Don José Morer, ingeniero de Caminos	1
1895	Memorias y documentos de la *Revista de Obras públicas* de 1894-95.....	....	1
1907	Las obras del Canal en 31 diciembre 1903......	Don Alfredo Alvarez Cascos, ingeniero de Caminos	1
1907	Las obras del Canal en 31 diciembre 1904......	Idem	1
1907	Idem íd. íd., 1905.........	Idem	1
1907	Idem íd. íd., 1906..........	Idem	1
1908	Memorias, informes y documentos de 1907......	Don Joaquín Sánchez de Toca, Comisario regio......	1

Año de la publicación.	ASUNTO	AUTOR	Volúmenes.
1910	Las obras del Canal en 31 octubre 1908.........	Don Ramón de Aguinaga, ingeniero de Caminos......	1
1910	Idem íd. íd. 1910...........	Idem	1
1912	Idem íd. 1911...	Idem	2
1913	Idem íd. 1913...............	Idem	1
1915	Idem íd., 1914..............	Idem	1
1916	Turbias del Lozoya........	Idem	1
1917	Las obras del Canal en 31 octubre 1916.........	Idem	1
1918	Idem íd. 1917...............	Idem	1
1918	Idem íd. 1918...............	Idem	1
1920	Las obras del Canal en 1.º octubre 1919........	Don Félix Boix, ingeniero de Caminos	1
1921	Idem íd. 1920...............	Don José Nicolau, ingeniero de Caminos....................	1
1921	Idem íd. 1921...............	Idem	1
1921	Las aguas del Lozoya y las fiebres tifoideas...	Idem	1
1922	Las obras del Canal en 1.º octubre 1922.........	Idem	1
1924	Idem íd. 1923...............	Don Saturnino Zufiaurre, ingeniero de Caminos.........	1
1925	Idem íd. 1924..............	Don Severino Bello, ingeniero de Caminos..............	1
1925	Notas sobre las reclamaciones de la Hidráulica Santillana............	Don Juan Pérez Caballero, Comisario regio..............	1
1925	Informe sobre ídem íd...	Don Agustín G. de Amezúa, Consejero del Canal.........	1
1925	Memorias sobre ídem íd.	Don Joaquín Urzáiz, Comisario regio interino, y don Severino Bello, Ingeniero director del Canal...........	1
1926	Las obras del Canal en 31 diciembre 1925......	Don Severino Bello, ingeniero de Caminos...............	1
1927	Información del Canal en la Exposición de la ciudad y de la vivienda modernas	Idem	1
1927	Las obras del Canal en 31 diciembre 1926.....	Idem	1
1928	Idem íd. 1927...............	Idem	1
1929	El Guadarrama, Madrid y el agua de Lozoya.	Idem	1

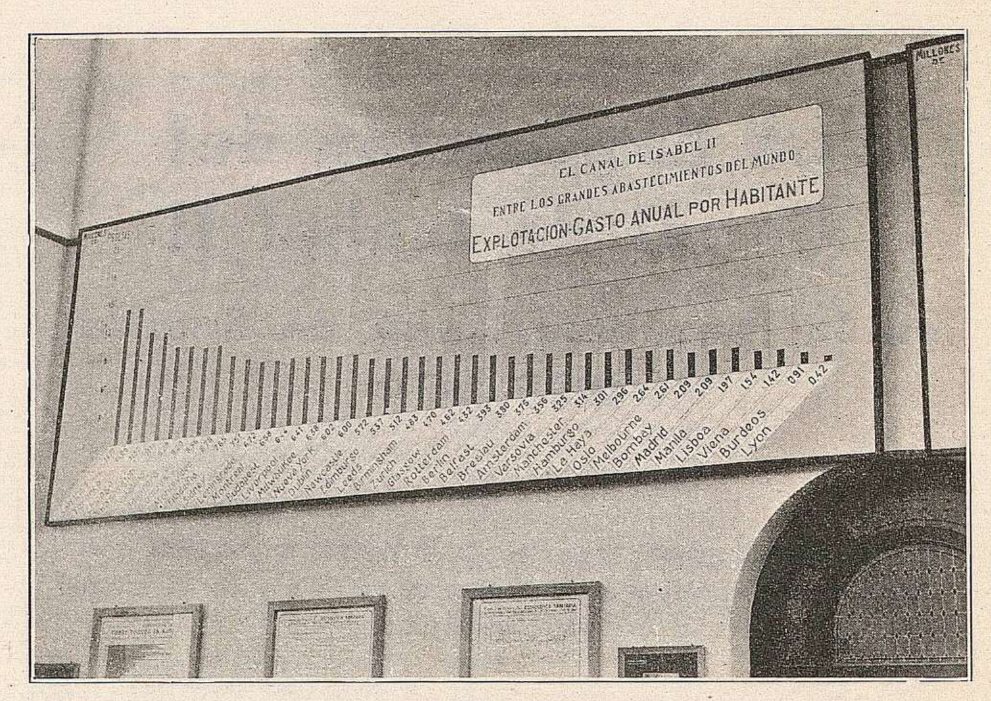
La Exposición del Canal de Isabel II

en la Iberoamericana de Sevilla, 1929-1930

En un salón de planta trapecial, de 19 metros de longitud y anchura de 10,30 metros en el testero de entrada y de 12 metros en el principal.



Testero principal.

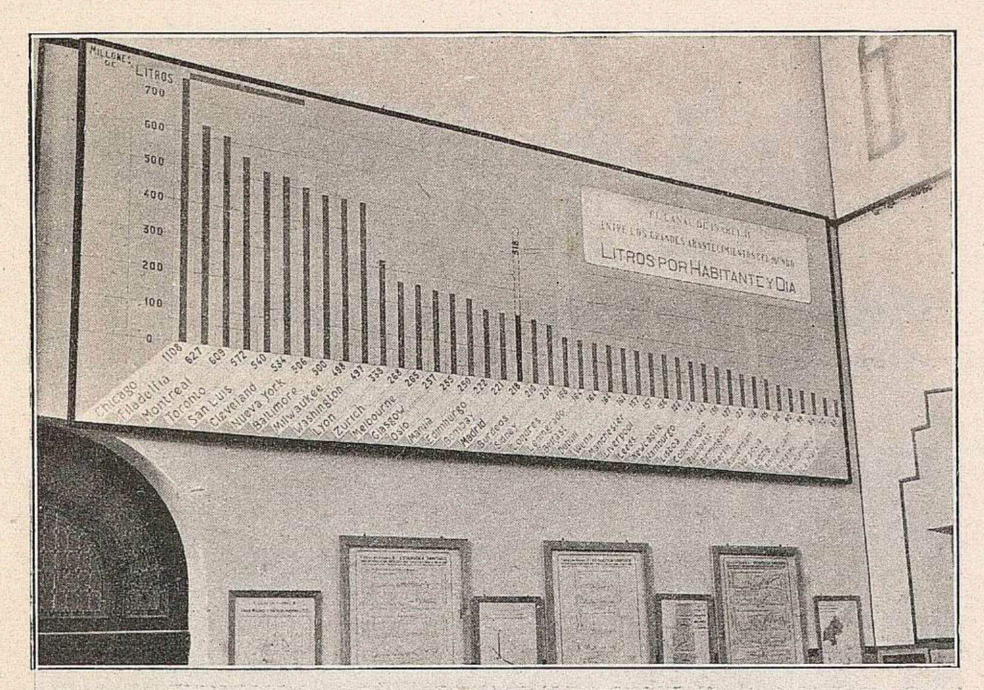


Lado derecho.

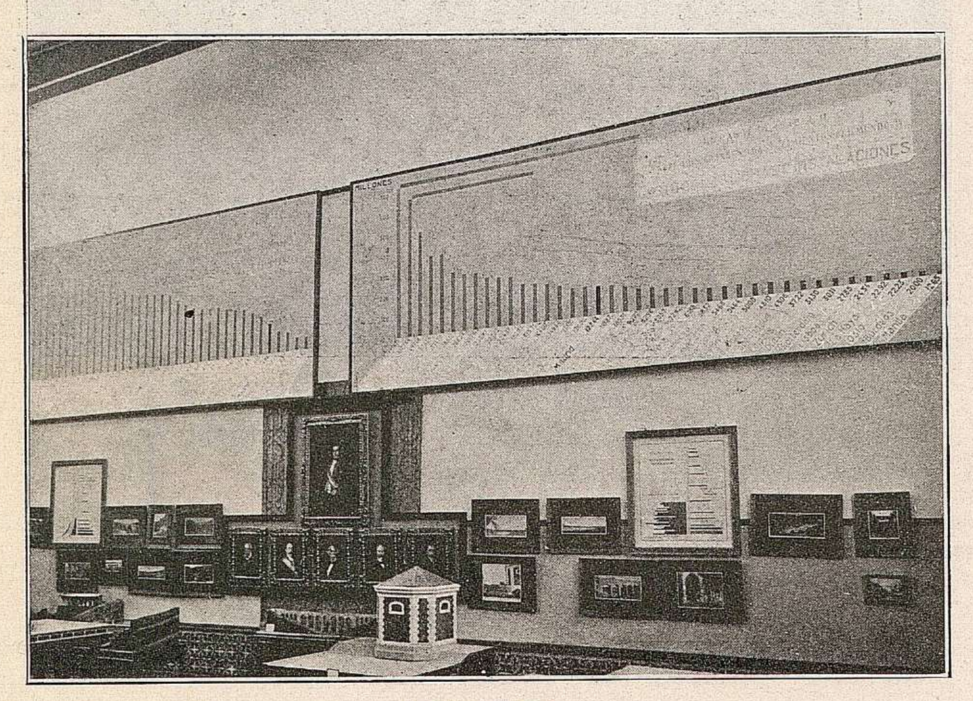


Lado derecho.



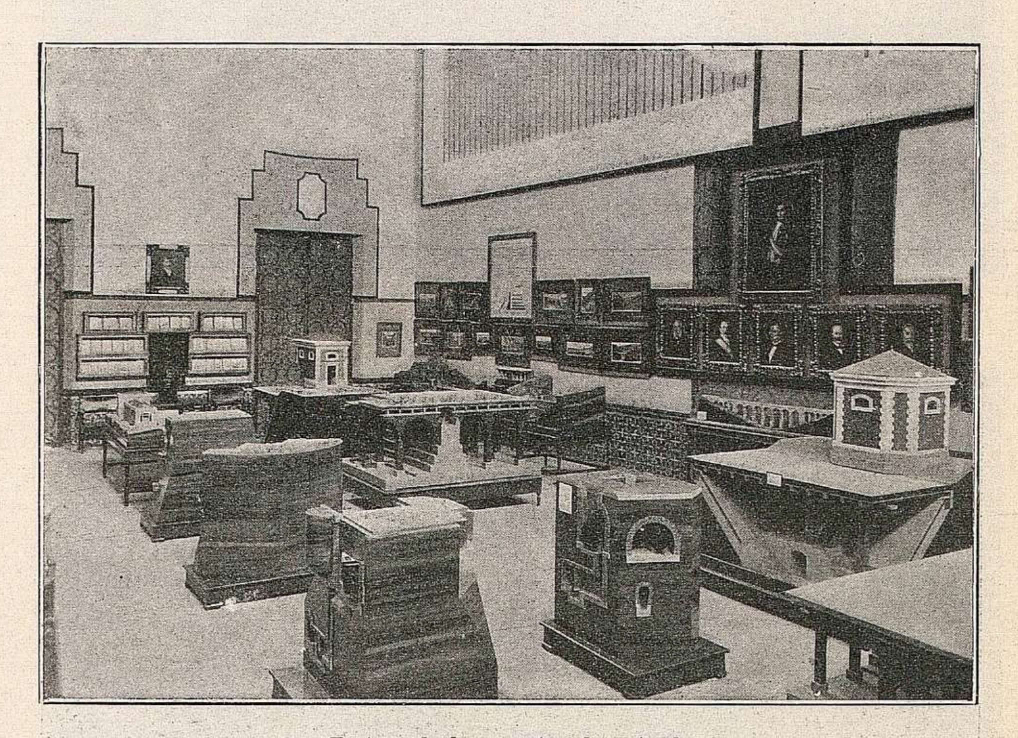


Lado derecho.



Lado izquierdo.





Testero de las puertas de entrada.

Visita rápida a las obras del CANAL

A PRESAS Y CANALES, en automóvil. ITINERARIO (PÁG. 202).	HORA		KILOMETROS		
	Lleg.	Sal.	Carr.ª	Cam.º	Senda
Madrid (Hipódromo)		8,00			
Lozoyuela, Mangirón, **Presa de Puentes Viejas**	9,45	10,00	68	10	
Senda, **Presa del Tenebroso**	10,15	10,30			1
Mangirón, **Presa de El Villar**	10,45	11,00		7	1
(*) Camino del **Canal transversal**, El Berrueco, Torrelaguna y fonda	12,00	13,30	10	10	
Carretera próxima al **Canal primitivo, Presa del Pontón de la Oliva**	14,00	14,15	7	2	
Torrelaguna, **Salto del canal transversal**	14,45	15,00	9	3	
Camino del **Nuevo canal, Sifón de San Vicente**	15,15	15,30		2	
Canal primitivo, Sifón de Malacuera	15,45	16,00	7	3	
Talamanca, Fuente el Fresno, **Madrid** (Hipódromo)	17,15		49		
Sumas			150	37	2

NOTA.—Empleando autobús, el trayecto (*) es peligroso; debe sustituirse por «Mangirón, Cinco Villas, Lozoyuela, Sieteiglesias», 17 km. de carretera y 9 de camino.

CANAL DE ISABEL II.
PLANO GENERAL

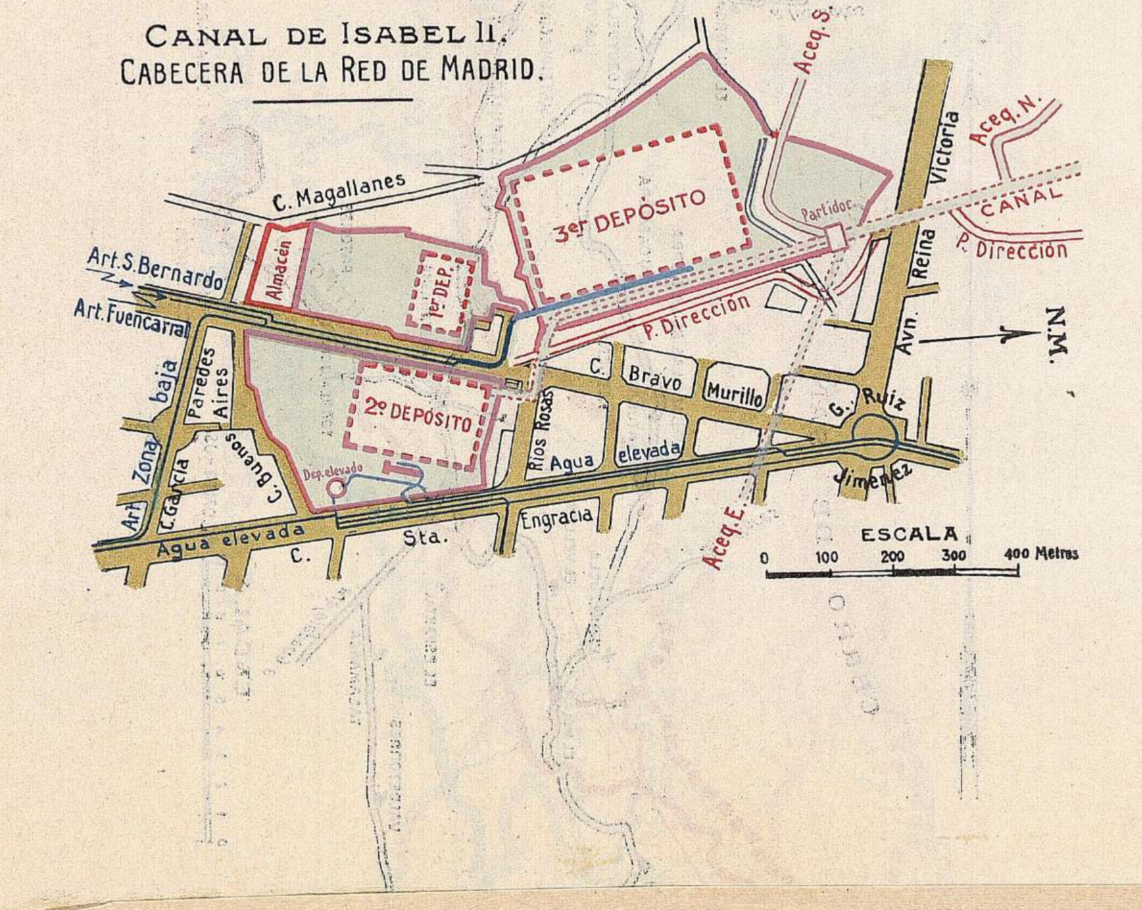
MADRID
CARABANCHEL ALTO
CARABANCHEL BAJO
R. MANZANARES
VALLECAS
VICALVARO
CANILLEJAS
CANILLAS
HORTALEZA
FUENCARRAL
ALCOBENDAS
Sn SEBASTIAN DE LOS REYES
FUENTE DEL FRESNO
FUENTE EL SAZ
R. JARAMA
R. GUADALIX
a Colmenar
CANAL NUEVO
CANAL ANTIGUO
LINEA ELECTRICA
CERRO DE SAN PEDRO
N. V.
a Miraflores
Sn AGUSTIN
P. DEL GUADALIX
PEDREZUELA
EL MOLAR
EL VELLON
CABANILLAS DE LA SIERRA
VENTURADA
REDUEÑA
LA CABRERA
SALTO
CANAL TRANSVERSAL
EL ESPARTAL
VALDETORRES
TALAMANCA
a Guadalajara
TORRELAGUNA
TORREMOCHA
PATONES
EL BERRUECO
SIETEIGLESIAS
LOZOYUELA
LAS NAVAS
CINCOVILLAS
BUITRAGO
a Irún
EL CUADRON
a los Cotos
R. LOZOYA
MANJIRON
P. DE PUENTES-VIEJAS
P. DEL TENEBROSO
P. DEL VILLAR
P. DEL PONTÓN
P. DE LA PARRA

ESCALA
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 KILOMETROS



Visita a las obras de cabecera de la red de distribución, en Madrid.

En dos horas todos los días, mediante autorización, que facilita la Dirección del Canal, Madrid, Luna, 11.








FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



DIANA, Artes Gráficas.
Larra, 6.—Madrid.

